الأقاليم المناخية

الأستاذ يحيى نبهان











الأقاليم المنـاخية

الأستـاذ: يحيى نبـهان

بسم الله الرحمن الرحيم

{ وَمِنْ آيَاتِهِ أَنَّكَ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً فَإِذَا أَنزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاء اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ إِنَّ الَّذِي أَحْيَاهَا لَمُحْيِي الْمَوْتَى إِنَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ } فصلت39

الأقاليم المناخية

تأليف
الأستاذ يحيى نبهان

شارع الملكة رانيا – مقابل كلية الزراعة – عمارة العساف – الطابق الأرضي، هاتف: 009626 5343052 – فاكس : 0096265356219

الطبعة الأولى

2014

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة
المكتبة الوطنية
(2013/8/4045)

51569

نبهان، يحيى محمد

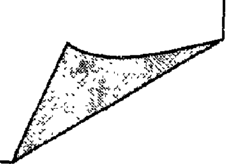
الأقاليم المناخية، يحيى محمد نبهان

عمان: دار جليس الزمان 2014

الواصفات: الأقاليم المناخية

ردمك: ISBN 978-9957-81-00-0

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.



مقدمة

تشكل دراسة المناخ إحدى ركائز الجغرافيا الطبيعية ، وذلك عن طريق تعرفها وتفسيرها لما يتم في الغلاف الغازي خاصة في أجزائه وطبقاته الملامسة والقريبة من سطح الأرض من حوادث جوية ، وظاهرات طبيعية تؤثر في مساحات اليابسة ، وفي المسطحات المائية ، وما يعكس ذلك من أثر على الحياة البشرية والنباتية والحيوانية على سطح الأرض عامة . وتفاعل المناخ كأحدا عناصر البيئة مع العناصر الطبيعية الأخرى لتلك البيئة مع الإنسان والحيوان والنبات ؛ يجعل من دراسته ضمن عناصره المختلفة أمراً ضرورياً لتكامل الصورة الجغرافية لأية منطقة مدروسة.

حيث يقع الوطن العربي ضمن المنطقة المدارية الحارة ، والمنطقة المعتدلة الدفيئة ، بين دائرتي عرض 2 درجة جنوب خط الاستواء و37 درجة شماله .ومعنى هذا أن الوطن العربي المتوسط عاد مرة أخرى ليتوسط مناخاً بين المناطق الحارة والمناطق الباردة ، وكان لموقعه بين هذه الدرجات العرضية أثره في غلبة الحرارة على أجزاء الإقليم بحيث لا تصبح العامل المميز أو الفيصل بين الأقاليم المناخية الأول . وكان لهذا الموقع أيضاً أثره في أن أصبح معظم الوطن العربي يدخل ضمن الإقليم الصحراوي بحيث لا يوجد قطر عربي باستثناء لبنان لا يمثل فيه هذا الإقليم .

وكان لامتداد الوطن العربي في قارتين وقربه من قارة ثالثة أثره في وقوع الوطن العربي تحت التأثيرات القارية لليابس المجاور.

وتتمثل هذه التأثيرات القارية أحياناً في رياح قارسة البرودة تهب عليه أحياناً من أوروبا وأحياناً أخرى من آسيا.

حيث يشتمل هذا الكتاب على سبع وحدات الأولى تضم عناصر المناخ والمناخ والتضاريس والسهل الفيضي بينما الوحدة الثانية تضم الأقاليم المناخية المناخ الجبلي ونسيم الوادي والجبل أما والوحدة الثالثة تضم المشكلات المائية في الوطن العربي

وأوجه استعمالاتها إلى عام 2001م والصورة المستقبلية للأمن المائي العربي عام 2030م واستخدامات الموارد المائية وأسباب العجز المائي في الوطن العربي والعوامل التي ساهمت في بلورة أزمة المياه في الوطن العربي أما الوحدة الرابعة الموارد المائية في الوطن العربي أولاً : المياه السطحية والأنهار في الوطن العربي 1) نهر النيل 2) نهر الفرات 3) نهر دجلة 4) نهر الملوية 5) نهر سيبو 6) نهر أم الربيع 7) نهر أبي رقراق 8) نهر تنسيفت 9) نهر سوس 10) نهر درعه 11) نهر الجردة 12) نهر السنغال 13) نهر شبيلي 14) نهر الأردن 15) نهر الليطاني 16) نهر بردى 17) نهر العاصي ثانياً: المياه الجوفية والوحدة الخامسة اشتملت على بعض المشاريع المائية الضخمة في الوطن العربي مشروع أنابيب السلام 2) مشروع النهر الصناعي العظيم في ليبيا 3) مشروع نقل المياه من لبنان إلى دول الخليج العربي والوحدة السادسة أيضاً اشتملت على الصحراء والحياة في الصحراء والنباتات الصحراوية والحيوانات الصحراوية تطور الصحراء وتغيرها والتصحر وأسباب التصحر ومكافحة التصحر ودور الأفراد والمجتمعات المحلية في مكافحة التصحر وجدول أهم التصنيفات المناخية بينما الوحدة السابعة ضمت أيضاً النباتات الطبيعية والحياة الحيوانية و العوامل التي تؤثر في نمو النبات والغابات وأولاً : الغابات الاستوائية وثانياً : الغابات المدارية وثالثاً: الغابات المعتدلة ورابعاً : الغابات الباردة والأعشاب (الحشائش)

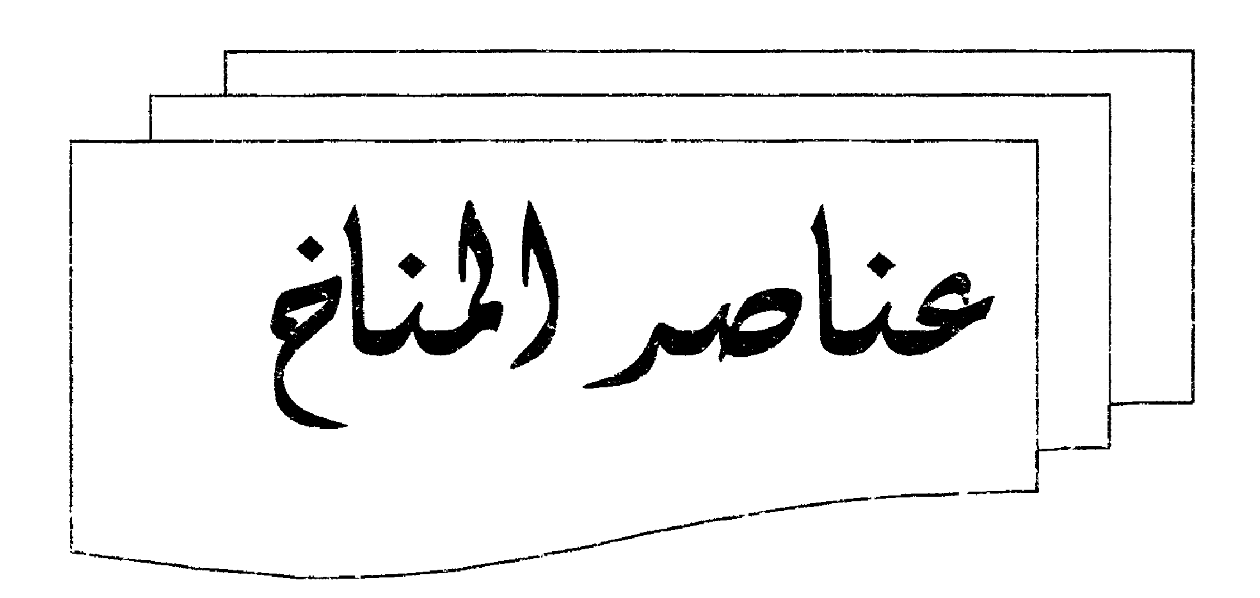
1- أعشاب المناطق الحارة (المدارية) و2- الأعشاب المعتدلة الباردة و النباتات الصحراوية وأولاً – نبات الصحاري الحارة وثانياً – الصحاري الجليدية (التندرا) الحياة الحيوانية والمصادر العربية والمصادر الأجنبية.

أتمنى أن يكون هذا الكتاب قد أسهم في رفد المكتبة العربية، التي تبقى بحاجة ماسة ودائمة إلى مؤلفات توضح طبيعة المناخ في الوطن العربي والعالم ، ولا يسلم عمل أبن أدم من خلل ، ولا يبرأ من زلل ، غير أن ما في القصد ما يشفع والله من وراء القصد يرى ويسمع .

المؤلف

فهرس المحتويات

الوحدة الأولى





الوحدة الأولى

عناصر المناخ

أ. الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء

تعد الشمس المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي ، ويُطلق على الأشعة الصادرة منها ، والمتجهة نحو الأرض، الإشعاع الشمسي **Insolation Solar** ، وعندما تصل هذه الأشعة إلى سطح الأرض ترتد مرة ثانية إلى الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، وتعرف حينئذ بالإشعاع الأرضي **Terrestrial Radiation** ، وتعمل هذه الأشعة الأخيرة على تسخين هواء الغلاف الجوي، حيث تنتقل الحرارة في الهواء بمساعدة التوصل الحراري **Conduction** ، وبسبب تيارات الحمل **Convection**. وعندما يبرد الهواء في النطاقات العليا من الغلاف الجوي يزداد وزنه وترتفع كثافته ويتعرض للهبوط مرة ثانية من أعلى إلى أسفل ليحل بدوره محل الهواء الساخن، الذي سبق أن صعد إلى أعلى (الحركة الرأسية للهواء).

وتتباين المناطق المختلفة على سطح الأرض في كمية ما يصلها من إشعاع شمسي نتيجة لعدة عوامل أهمها :

1. زاوية ميل سقوط الشمس

تكون الأشعة ، التي تسقط عمودية قوية ، لأنها تتركز على مساحة صغيرة، وتخترق سمكاً أقل من الغلاف الجوي.

2. شفافية الجو

من المعروف أنه كلما كان الجو شفافاً كلما قلت مقدرته على امتصاص الحرارة من أشعة الشمس. وكلما زادت الرطوبة في الجو وزاد ما به من غبار كلما زادت مقدرته على امتصاص الحرارة. ويعمل ثاني أكسيد الكربون كذلك على امتصاص الإشعاع الشمسي. ومن ناحية أخرى تعمل السحب على انعكاس الحرارة الشمسية وتشتيتها.

3. طول النهار

يختلف طول ساعات إشراق الشمس خلال اليوم مع دوائر العرض المختلفة ومع اختلاف فصول السنة كذلك. ويؤدي ازدياد طول فترة النهار إلى ارتفاع كميات من الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض. فعند الدائرة الاستوائية يتساوى طول الليل والنهار، وفي حالة تعامد الشمس على مدار السرطان يزداد طول فترة ساعات إشراق الشمس على دوائر العرض في نصف الكرة الشمالي. فتبلغ نحو **13** ساعة عند دائرة العرض **17** درجة شمالاً، ونحو **16** ساعة عند دائرة العرض **49** درجة شمالاً، ونحو **24** ساعة عند دائرة العرض **66.5** درجة شمالاً.

وهناك عوامل أخرى تؤثر في درجة حرارة المكان مثل الارتفاع عن سطح البحر، والقرب والبعد عن المسطحات المائية، واتجاه الرياح، وحركة التيارات البحرية، ونوع غطاء سطح الأرض.

ب. التوزيع الأفقي للحرارة وخطوط الحرارة المتساوية

بفضل انتشار محطات الرصد الجوي في جميع أنحاء العالم، تمكن الباحثون من رصد درجات الحرارة لمواقع متعددة من سطح الأرض، ثم ربط المواقع، التي تتساوى في قيمها الحرارية بخطوط التساوي الحراري وإنشاء ما يعرف بخرائط خطوط الحرارة المتساوية **Isotherm Maps**.

ت. الضغط الجوي Pressure Atmospheric

ينشأ الضغط الجوي نتيجة تأثير وزن الهواء - إذ أن الهواء مادة لها وزن مثل سائر المواد - ويعادل الضغط الجوي عند سطح البحر عموداً من الزئبق ارتفاعه 76 سم. ويتناسب الضغط الجوي عكسياً مع درجة حرارة الهواء، فإذا ما ارتفعت درجة الحرارة يتمدد الهواء إلى أعلى وتقل كثافته، ومن ثم يتناقص وزنه وضغطه. والعكس صحيح، إذا انخفضت درجة الحرارة ينضغط الهواء ويزداد وزنه. كما يتأثر الضغط الجوي بالارتفاع، إذ يقل بالارتفاع عن سطح البحر .

توزيع نطاقات الضغط الجوي وعلاقاتها بالدورة الهوائية العامة

يختلف الضغط الجوي من منطقة إلى أخرى، تبعاً لاختلاف سطح الأرض ما بين يابس وماء، لذا يُقسم سطح الأرض إلى نطاقات الضغط التالية:

1. نطاق الضغط المنخفض الاستوائي (الرهو الاستوائي) Doldrums

ويتركز هذا النطاق بين دائرتي عرض 5 درجة شمالاً، 5 درجة جنوباً، نتيجة ارتفاع درجة الحرارة طوال السنة، ويتزحزح هذا النطاق شمالاً وجنوباً مع حركة الشمس الظاهرية صيفاً وشتاءً.

2. نطاقا الضغط المرتفع وراء المدارين (نطاقا عرض الخيل) Horse Latitudes

يمتد هذان النطاقان بين دائرتي عرض 25 درجة، 35 درجة شمالاً وجنوباً، ويرجع وجود هذين النطاقين إلى هبوط الهواء، (الذي تصاعد بفعل حرارة الشمس حول خط الاستواء)، بفعل البرودة التي تعرض لها في طبقة التربوسفير. وتتجه الرياح التجارية من هذين النطاقين نحو مناطق الضغط المنخفض المجاورة.

3. نطاقا الضغط المنخفض قرب الدائرتين القطبيتين Sub Polar Lows

وينحصران بين دائرتي عرض 45 درجة، 60 درجة شمالاً وجنوباً. ويتكون هذان النطاقان بالقرب من الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية بسبب وجود تيارات هوائية صاعدة. وتتجه إلى هذين النطاقين الرياح القطبية الباردة التي تهب من المناطق القطبية، والرياح العكسية من نطاقي الضغط المرتفع عند عروض الخيل.

4. نطاقا الضغط المرتفع القطبي Polar Highs

يتكون عند القطبين نطاقان من الضغط الجوي المرتفع تبعاً لهبوط الهواء لشدة برودته، وتتجه من هذين النطاقين الرياح القطبية نحو الضغط المنخفض شبه القطبي.

الرياح Winds

قال تعالى: وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالأَرْضِ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

وقال تعالى: وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ ءَايَاتٌ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ .

تعد أشعة الشمس السبب الأساسي في التغيرات المناخية على سطح الأرض، كما سبق الذكر، إذ أن أشعة الشمس تعمل على تسخين الهواء وتمدده، وبالتالي يقل ضغطه، وتتحرك الرياح من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض،

ويقول الله تعالى والناشرات نشراً، فالفارقات فرقاً. ويسبب دوران الأرض حول نفسها فإن الرياح لا تتجه مباشرة من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، بل تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، وتعرف هذه الحقيقة باسم قانون فرل Ferrel's Law أو قوة كوريوليس Coriolis Force.

وتتأثر سرعة الرياح بدرجة انحدار الضغط **Pressure Gradient**، أي كلما اقتربت خطوط الضغط المتساوية، كلما كان انحدار الضغط شديداً وزادت سرعة الرياح.

ويقاس اتجاه الرياح بواسطة دوارة الرياح **Wind Vane**، وتعرف الرياح باسم الجهة التي تأتي منها. أمّا سرعة الرياح فتقاس بجهاز الانيمومتر **Anemometer**، الذي يوضحه الشكل التالي :

وتقاس السرعة بالمتر في الثانية، أو الميل في الساعة، أو العقدة **Knot** حوالي (**11.5** ميل، **18.5** كم)، وتصنف الرياح حسب سرعتها إلى المسميات التي يوضحها .

1. أنواع الرياح

ينتج عن حدوث عمليات التوازن الحراري في الغلاف الجوي، وتنوُّع مقدار الضغط الجوي فيه من نطاق إلى آخر، تكوُّن نظام دائم وموسمي من الرياح يتحرك بالقرب من سطح الأرض، وينتقل من مراكز الضغط المرتفع إلى مراكز الضغط المنخفض.

وتنقسم الرياح إلى نوعين رئيسيين هما :

أ- رياح دائمة

وهي التي تهب طول السنة بنظام ثابت وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

1- الرياح التجارية **The Trades**

وتهب من مناطق الضغط المرتفع فوق منطقة مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي، وفوق منطقة مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي، وتتجه نحو منطقة

الضغط المنخفض الاستوائي الدائم (منطقة الرهو الاستوائي)، وتحل هذه الرياح محل الهواء الصاعد عند هذه المنطقة.

2- الرياح العكسية (الغربية) The Westerlies

ويكون اتجاهها جنوبياً غربياً في نصف الكرة الشمالي، وشمالياً غربياً في نصف الكرة الجنوبي، وتتدفع هذه الرياح من مناطق الضغط المرتفع شبه المدارية إلى مناطق الضغط المنخفض شبه القطبية. وتتسم هذه الرياح بأنها أشد حرارة من المناطق التي تنساب إليها، لذلك فهي تعمل على تخفيف حدة البرودة.

3- الرياح القطبية

وتتجه من مراكز الضغط الجوي المرتفع عند القطبين الشمالي والجنوبي إلى مراكز الضغط المنخفض عند العروض المعتدلة الباردة. وتكون شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبي.

ب- الرياح الموسمية The Monsoons

تتميز الرياح الموسمية بأنها تغير اتجاهها ما بين الصيف والشتاء. وينحصر نطاق هبوبها فيما بين المدارين، وتنشأ نتيجة لوجود مساحات من اليابس شاسعة الامتداد تجاورها بحار أو محيطات. وبسبب اختلاف الحرارة النوعية لكل من اليابس والماء، فإن مناطق الضغط المرتفع تتكون على المياه (خلال فصل الصيف)، بينما تتكون مناطق الضغط المنخفض على اليابس، فتتدفع الرياح من الماء إلى اليابس مسببة أمطاراً موسمية غزيرة. أمّا خلال فصل الشتاء فيحدث عكس هذه الحالة في نظام هبوب الرياح، حيث يتكون نطاق من الضغط المرتفع الفصلي على اليابس، تخرج منه الرياح الموسمية الجافة متجهة إلى المسطحات المائية المجاورة، التي يتمركز فوقها مناطق من الضغط المنخفض. وهكذا تتعرض كل من المسطحات المائية واليابس المجاور لنظام فصلي

للرياح، تهب في اتجاهات مضادة من فصل إلى آخر. ويعتبر المحيط الهندي أهم المناطق التي تهب منه وإليه الرياح الموسمية، لذا تعد قارات آسيا أكثر قارات العالم تعرضاً للرياح الموسمية خاصة على سواحلها الجنوبية والشرقية.

ج- الرياح المحلية **Local Winds**

تعد هذه المجموعة من الرياح ذات تأثير محلي، بمعنى أنها تهب فوق مناطق محدودة الاتساع من سطح الأرض وخلال أوقات زمنية قصيرة.

وتنقسم الرياح المحلية إلى الأنواع التالية:

1- رياح تنشأ نتيجة مجاورة اليابس والماء، وهي ما تعرف بنسيم البر والبحر.
2- رياح تنشأ نتيجة تنوع الأشكال التضاريسية، وتعرف بنسيم الوادي والجبل.
3- رياح ترتبط بالانخفاضات الجوية.

أولاً: نسيم البر والبحر **Land and Sea Breezes**

وتحدث في المناطق الساحلية، بسبب اختلاف الحرارة النوعية لكل من اليابس والماء، حيث يسخن اليابس أثناء النهار بسرعة، فيتمدد الهواء الملامس له وبالتالي يصعد إلى أعلى، ويحل محله هواء بحري أقل منه حرارة، يعمل على تلطيف درجة حرارة اليابس أثناء النهار، ويعرف في هذه الحالة بنسيم البحر **Daytime Sea Breeze**. أمّا أثناء الليل فيحدث العكس، حيث يبرد اليابس بسرعة فيتكون عليه ضغط مرتفع نسبي، بينما يكون الهواء فوق سطح الماء دفئاً. فيندفع الهواء من اليابس نحو البحر، وهو ما يعرف بنسيم البر **Breeze. Night - Time Land**

ثانياً: الرياح المحلية المرتبطة بالانخفاضات الجوية

وهي تنقسم إلى نوعين هما:

أ- الرياح المحلية الحارة

وتتمثل في رياح الخماسين على مصر، ورياح السموم على شبه الجزيرة العربية، والهبوب على السودان، والقبلي على ليبيا، والسيروكو على السواحل الشمالية الغربية لأفريقيا (خاصة تونس والجزائر والمغرب). وتعبر البحر المتوسط إلى جزر صقلية وسردينيا، وجنوب فرنسا، والسواحل الشرقية لأسبانيا، ورياح الهرمتان على ساحل غرب أفريقيا. وتهب معظم هذه الرياح في فصل الربيع وتكون محملة بالأترية والرمال.

ب- الرياح المحلية الباردة

وتتمثل في رياح المسترال **Mistral**، على وادي الرون بفرنسا وتهب في فصل الشتاء وهي شديدة البرودة، ورياح البورا **Bora** الباردة على شمال إيطاليا، ورياح البوسترز **Busters** على السواحل الجنوبية الشرقية لأستراليا، ورياح النورثر (الشمالية) **Norther** وتهب على وسط وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية.

وهناك رياح محلية أخرى دفيئة في المناطق الجبلية تكتسب دفئها نتيجة هبوبها على منحدرات الجبال مما يؤدي إلى تسخين الهواء، ومنها رياح الفهن **Foehn** على المنحدرات الشمالية لجبال الألب في سويسرا، ورياح الشنوك **Chinook** على السفوح الشرقية لجبال روكي، وتعمل هذه الرياح على إذابة الثلوج، إذ تعني كلمة شنوك عند قبائل الهنود الحمر آكلة الثلوج، ورياح سانتا آنا **Santa Ana**، على الساحل الغربي لولاية كاليفورنيا (الولايات المتحدة الأمريكية).

ج- ضغط بخار الماء Vapor Pressure

يعرَّف الضغط الكلي للهواء، بأنه وزن عمود الهواء، بجميع مكوناته، الواقع على وحدة مساحة على سطح الأرض. ولأن الهواء يتركب من العديد من الغازات، مثل: النيتروجين N_2، والأكسجين O_2، وثاني أكسيد الكربون CO_2، وبخار الماء H_2O؛ فإن كل واحد من هذه الغازات، يسهم بجزء من هذا الضغط الكلي، حسب تركيز الغاز المعين في الهواء؛ وهو ما يعرف بالضغط الجزئي لذلك الغاز المحدد. وإذ بخار الماء، هو أحد الغازات المكونة للهواء، فإن له ضغطاً جزئياً، يزيد أو ينقص، حسب تركُّزه في الهواء. ويتميز بخار الماء من بقية الغازات المكونة للهواء، بأنه يتغير سريعاً، زماناً ومكاناً. وثمة نوعان من ضغط بخار الماء، هما: الضغط الفعلي، والضغط الإشباعي.

1- ضغط بخار الماء الفعلي Actual Vapor Pressure

وهو الضغط الناتج من بخار الماء، الموجود في الهواء. ولأن الهواء الساخن، يستطيع أن يحمل بخار ماء، أكثر من الهواء البارد، بسبب خصائصه الفيزيائية؛ فإن ضغط بخار الماء الفعلي، يتناقص كلما اتجه من خط الاستواء نحو القطبَين، باستثناء العروض المدارية الجافة، نظراً إلى قلة مصادرها المائية. وفي المعدل، يراوح ضغط بخار الماء الفعلي بين 25 مليباراً، في المناطق الاستوائية، وأقل من مليبار واحد، في المناطق القطبية.

2- ضغط بخار الماء الإشباعي Saturation Vapor pressure

يعرَّف ضغط بخار الماء الإشباعي، بأنه الضغط الجزئي، الناجم عن تشبع الهواء بالبخار، عند درجة حرارة معينة. ويعتمد ضغط بخار الماء الإشباعي، على درجة حرارة

الهواء؛ فكلما ازدادت، ازداد زيادة غير خطية. ويمكن تحديد ضغط بخار الماء الإشباعي، عند درجة حرارة معينة بالطرائق التالية:

تعويض قيمة درجة الحرارة، في المعادلة التالية:

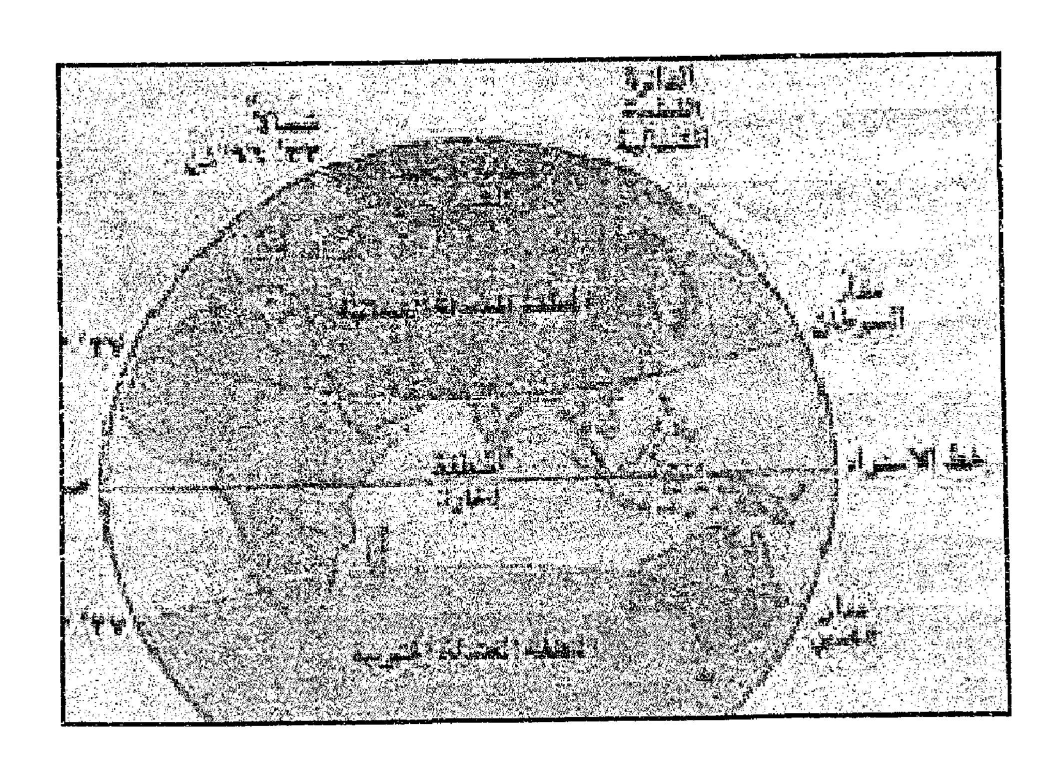
ض = ضغط بخار الماء الإشباعي، بالمليبار.

ح هـ= حرارة الهواء، بالدرجة المئوية.

- استقراء مقدار ضغط بخار الماء.

- استقراء مقدار ضغط بخار الماء الإشباعي.

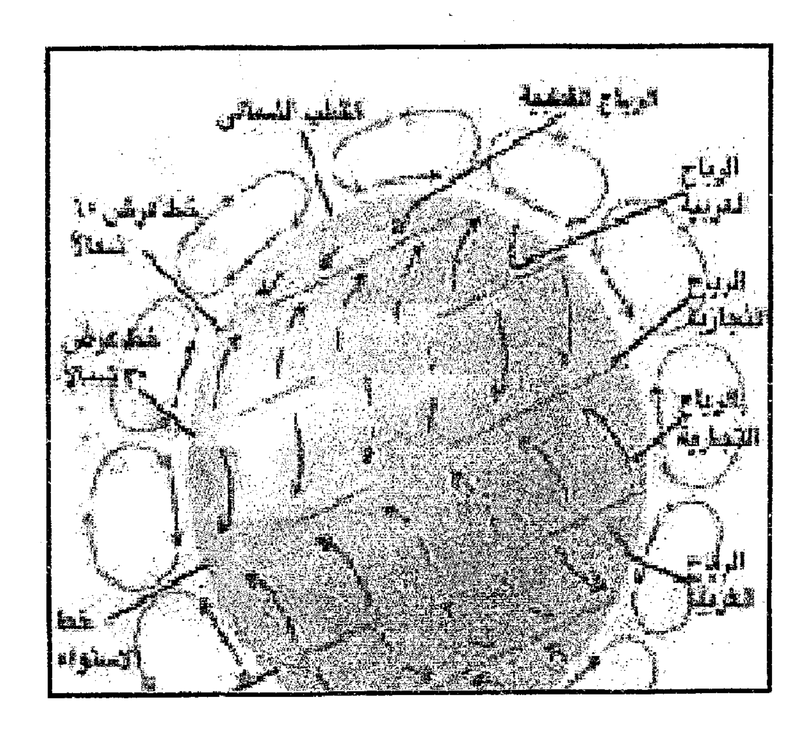
ثالثاً: المناخ والتضاريس



أ- المناطق المناخية

اعتمد الجغرافيون المسلمون في كتاباتهم الجغرافية عن المناخ على آراء المدرسة اليونانية، وآمنوا بالمبادئ الرئيسية التي أرساها الإغريق والرومان في علم المناخ. فاعتبروا الشمس مصدر الحرارة الأساسي على الأرض، وأن أسباب اختلاف درجة الحرارة في جهات الأرض المختلفة هو ميل الشمس على خط الاستواء أو بعبارة أوضح اختلاف زوايا سقوط الشمس على الأرض. وكذلك أخذوا بالتقسيم اليوناني للمناطق الحرارية على الأرض، وهي: المنطقة الحارة التي تقع بين المدارين، والمنطقتان المتجمدتان الشمالية والجنوبية اللتان تقعان بجوار القطبين، والمنطقتان المعتدلتان اللتان تقعان بين المنطقة الحارة والمنطقتين المتجمدتين.

والجدير بالذكر أن من أوائل العلماء الذين اهتموا بقضية المناخ السرخسي وابن رستة وكانت آراؤهما أساسا لكافة المؤلفات الجغرافية العربية التالية، ومن أهم العلماء الذين اهتموا بدراسة المناخ المسعودي في كتابه التنبيه والإشراف فقد ناقش العوامل المؤثرة على مناخ الإقليم وتأثيرها على الأبدان وهي: كمية الهواء، وكمية الأشجار، ومقدار ارتفاعها وانخفاضها. ورأى البعض الآخر من العلماء أن أصناف اختلاف البلدان تتأثر بأربعة عوامل: النواحي، والارتفاع والانخفاض، ومجاورة الجبال والبحار، وطبيعة تربة الأرض. فارتفاع الأرض يجعلها أبرد واختلافها يجعلها أسخن، أما اختلافها من جهة مجاورة الجبال فمتى كان الجبل من البلد ناحية الجنوب جعله أبرد لأنه يكون سببا في امتناع الريح الجنوبية فتهب فيها الرياح الشمالية فقط، وأما اختلافها لمجاورة البحر لها فمتى كان البحر من البر من ناحية الجنوب كان ذلك البلد أبرد وأيبس. أما اختلافها بحسب طبيعة التربة فمتى كانت تربة الأرض صخرية كان البلد أجف وأبرد، وإن كانت جصية كان البلد أسخن وأجف، وإن كانت طينية كان البلد أبرد وأرطب.



الرياح: أنواعها وجهات هبوبها

وتوزيع المسعودي للرياح مقارب للتوزيع العام الحديث بين تجارية شرقية، وعكسية غربية وشمالية أو جنوبية قطبية، وكذلك تحديده لصفاتها من رطوبة أو جفاف أو برودة أو دفء. وناقش أيضا أثر انتقال الشمس الظاهري بين مداري السرطان والجدي على توزيع الرياح واختلافها باختلاف الفصول الأربعة .

وقد ناقش إخوان الصفا في رسالتهم الثانية: الجسمانيات الطبيعيات جوانب متعددة من المناخ منها الأمطار فذكروا أنها تتكون من بخار الماء المتصاعد من البحار بسبب الحرارة، وبينوا كيف يحدث الندى والصقيع والطل، ووضحوا أهمية الجبال كعامل مناخي فالسحب التي تسوقها الرياح تصطدم بقمم الجبال فتتكاثف وتتساقط مطرا ، وهكذا اقتربوا اقترابا كبيرا من التفسير الحديث. ودرسوا طبقات الهواء وذكروا أنها ثلاثة: أعلاها سموم في غاية الحرارة وتسمى الأثير، والوسط باردة في غاية البرودة وتسمى الزمهرير، والثالثة معتدلة وتسمى النسيم وهي التي تلي سطح الأرض، وهي مختلفة في اعتدال حرارتها. وذكروا كذلك أن الهواء المحيط بالأرض لا يتلقى حرارته من الشمس مباشرة بل يتلقاها من الأشعة التي تنعكس عليه من سطح الأرض والمياه .

ومن العلماء المسلمين الذين اهتموا بالمناخ في دراساتهم ابن خلدون فقد ناقش في مقدمته الصفات المناخية للأقاليم السبعة واستند في آرائه إلى آراء الفلاسفة اليونان وكذلك الشريف الإدريسي في كتابه نزهة المشتاق في اختراق الآفاق وقد ركز في بحوثه على الشمس وأثرها على حرارة الأرض وحركتها بين مداري الجدي والسرطان، وأيد ابن خلدون الفكرة القديمة باستحالة استيطان المنطقة الاستوائية لارتفاع درجة الحرارة، وعارض ابن رشد في ذلك مع أن ابن رشد كان أعظم معاصريه توفيقا في هذا الرأي، ودرس ابن خلدون كذلك أثر المناخ على الطبيعة الإنسانية.

تضاريس سطح الأرض

أ- طبقات الأرض :

تتكون الأرض من خمسة أجزاء:

الجزء الأول : هو الغلاف الجوي وهو غازي.

الجزء الثاني : المحيط المائي وهو سائل، .

الجزء الثالث : هو اليابس.

الجزء الرابع : هو الطبقة الوسطى للأرض.

الجزء الخامس : هو مركز الأرض، ومعظم هذه الأجزاء الثلاثة الأخيرة صلبة .

والغلاف الجوي : هو ذلك الغلاف الغازي الذي يحيط بالجزء الصلب من كوكب الأرض. وعلى الرغم من أن سمكه يبلغ أكثر من **1100** كم، إلا أن حوالي نصف هذا الجزء يتركز في المساحة السفلى منه والتي تبلغ **5.6** كم. ويتكون اليابس من القشرة الأرضية الباردة الصلبة الصخرية وهو يمتد لأعماق تصل إلى **100** كم. أما المحيط المائي فهو عبارة عن طبقة المياه التي تغطي حوالي **70** ،.8٪ من سطح الأرض على شكل محيطات. ويشكل كلا من الطبقة الوسطى للأرض ومركزها الجزء الداخلي الثقيل من الأرض الذي يشكل معظم كتلة الأرض .

ويتكون المحيط المائي من كل الأسطح المائية في العالم بما في ذلك البحار الداخلية والبحيرات والأنهار والمياه الجوفية . يبلغ متوسط عمق المحيطات 3794 مترا وهو يعادل أكثر من خمسة أضعاف ارتفاع القارات. وتبلغ كتلة المحيطات (1.35 ـ 1018) طن متري أو حوالي 1 /4400 من الكتلة الإجمالية للأرض. ويبلغ متوسط كثافة الصخور التي تشكل اليابسة 7 2. ، وهي تتكون من عدد يصل إلى 11 عنصراً تكون 99.5٪ من كتلتها. وأكثر هذه العناصر وجودا الأكسجين (حوالي 46.60٪ من الكثافة الكلية) يليه السليكون (حوالي 27.72٪)، ثم الألومنيوم (8.13(%، والحديد (5.0%)، الكالسيوم (3.63٪)، الصوديوم (2.83٪)، البوتاسيوم (2.59٪)، الماغنسيوم .(2.09%) أما التيتانيوم والهيدروجين والفوسفور فتبلغ كتلتها الإجمالية أقل من 1 .% بالإضافة إلى ذلك، يوجد 11 عنصرا آخر بكميات يمكن تتبعها من 0.1 إلى 0.2 .% وبترتيبها حسب كثرتها، فإن هذه العناصر هي: الكربون والمنجنيز والكبريت والباريوم والكلور والكروم والفلورين والزيركونيوم والنيكل والاسترنتيوم والفانديوم. وتوجد هذه العناصر في اليابسة على شكل مركبات ولا توجد على حالتها الحرة. وتوجد هذه المركبات كلها تقريبا في المرحلة البلورية ومن ثم فإنها تعرف بأنها معادن .

ويحتوي اليابس على طبقتين: قشرة الأرض والطبقة الوسطى للأرض، وهاتان الطبقتان تنقسمان إلى اثنتي عشرة طبقة تكتونية أو أكثر، حيث تقسم القشرة الأرضية نفسها إلى طبقتين. وتتكون القشرة الأرضية العليا التي تتكون منها القارات من صخور نارية وأخرى رسوبية والتي يشبه تركيبها الكيميائي العادي تركيب الجرانيت وتبلغ كثافتها 2.7 . أما الطبقة السفلى من القشرة الأرضية فهي تكون أرضيات المحيطات وتتكون من صخور نارية أثقل وأكثر سوادا مثل البازلت ويبلغ متوسط كثافتها حوالي (3) كما تحتوي اليابسة أيضا على الطبقة الوسطى للأرض. ويبلغ سمك الصخور في هذه الأعماق حوالي 3.3 ، ويفصل بين كل من الطبقة الوسطى

للأرض والقشرة الأرضية التي تعلوها حجاب زلزالي يفصلها عن الطبقة الواقعة أسفل منها وهي منطقة ضعيفة تعرف باسم الأستينوسفير.

أما الجزء الداخلي الكثيف والثقيل من الأرض فينقسم إلى طبقة كثيفة والطبقة الوسطى من الأرض التي تحيط بجسم كروي داخلي ومركز الأرض. وتمتد الطبقة الوسطى للأرض من قاعدة القشرة الأرضية إلى عمق يصل إلى حوالي 2900 كم (1800 ميل). وباستثناء المنطقة التي يطلق عليها الأستينوسفير، فإن هذا الجزء صلب كما تتراوح كثافته التي تزيد مع العمق من 3.3 حتى 6 يتكون الجزء العلوي من الطبقة المتوسطة من الأرض من الحديد وسليكات الماغنسيوم، بينما يتكون الجزء السفلي من خليط من أكاسيد الماغنسيوم والسليكون والحديد.

وفي القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي، وضع العلماء المسلمون وصفاً علمياً دقيقاً لتركيب الأرض. فقد قدم ابن سينا تصوراً كاملاً في كتابه الشفاء لمكونات الأرض من هواء وماء وصخر مقدما ما يشبه نظرية لهيئة الأرض فيقول: " فيشبه لذلك أن تكون الأرض ثلاث طبقات طبقة تميل إلى محوضة الأرضية وتغشاها طبقة مختلطة من الأرضية والمائية هي طين وطبقة منكشفة عن الماء جفف وجهها الشمس وهو البر والجبل وما ليس بمنكشف فقد ساح عليه البحر". ثم يقول" :والهواء أيضا فهو طبقات طبقة بخارية وطبقة هواء صرف وطبقة دخانية وذلك لأن البخار وإن صعد في الهواء صعودا فإنه إنما يصعد إلى حد ما، وأما الدخان فيجاوزه ويعلوه لأنه أخف حركة وأقوى نفوذا لشدة الحرارة فيه، وأعني بالبخار ما يتصعد من الرطب من حيث هو رطب، وأعني بالدخان ما يتصعد عن اليابس من حيث هو يابس ولأن البخار بالحقيقة على ما يبناه ماء مت خلخل متصغر الأجزاء وطبيعة الماء أن يبرد بذاته ومن صورته أنه إذا زال عنه المسخن وبعد عهده به فيجب أن يكون الجزء البخاري من الهواء باردا بالقياس إلى سائر الهواء، لكن ما يلي الأرض منه يسخن بمجاورة الأرض المسخنة بشعاع الشمس المستقر عليها استقرار الكيفيات لا الأجسام، وما يبعد عنه يبرد فتكون طبقة الهواء السافلة بخارا يسخن بمجاورة الشعاع ثم تليه طبقة بخارية باردة ثم

يليه هواء أقرب إلى الحموضة ثم يليه هواء دخاني وكأنه خلط من هواء ونار وأرض ثم تليه نار فتكون هذه الطبقات ثمانية. أرض إلى الخلوص، وماء، وطين، وبر مع الجبال ، والبحر كطبقة واحدة مركبة، وهواء مسخن بالشعاع، وهواء دخاني، ونار. فهذه طبقات العناصر في ترتيبها وصنعها ."

وقد أثبتت أبحاث الزلازل أنه يوجد بمركز الأرض طبقة صخرية خارجية يبلغ سمكها حوالي **2225** كم ويبلغ متوسط كثافتها (**10**) ويحتمل أن تكون هذه الطبقة صلبة وقد أثبتت الدراسات أن سطحها الخارجي يحتوي على مرتفعات ومنخفضات وقد تكونت هذه المرتفعات في المناطق التي يكثر بها المواد الساخنة. وعلى النقيض من ذلك، فإن مركز الأرض الداخلي مكون من مادة صلبة ويبلغ طول نصف قطره حوالي **1275** كم ويعتقد أن كلتا الطبقتين اللتين تكونان مركز الأرض تتكونان من الحديد بنسبة كبيرة ونسبة صغيرة من النيكل وعناصر أخرى. وتكون درجات الحرارة في المركز الداخلي للأرض مرتفعة جدا بحيث تصل إلى **6650** مئوية ويقدر متوسط الكثافة بأنه **13**.

السهل الفيضي

من الظاهرات الأساسية، التي تنشأ عن الإرساب النهري. فالنهر يحمل في بعض السنوات كميات كبيرة من الماء لا يتحملها مجراه، فيفيض على الجانبين، وتنتشر مياه الفيضان، حاملة ما بها من رواسب على قاع الوادي، مكونة طبقة رقيقة من المياه، وبالتالي، تقل سرعتها إلى حد بعيد، فتفقد قدرتها على الحمل، وتبدأ في إرساب حمولتها. وعاماً بعد آخر، يتكون السهل الفيضي بهذه الطريقة. إضافة إلى أن النهر عندما يفيض على الجانبين، يتخطى ضفافه وجسورة، وينحت منها، فيزداد الإرساب على السهل الفيضي. وتتنوع الرواسب على حسب أحجامها في السهل الفيضي، فالرواسب الخشنة هي التي ترسب أولاً بجوار ضفاف النهر لعجزه عن حملها، أما التكوينات الدقيقة الحبيبات الناعمة، فتظل عالقة بالمياه لمسافة أبعد عن مجرى النهر حتى ترسب في المناطق القاصية عن قناته.

الدلتاوات

عندما يصل النهر إلى المسطحات المائية، التي يصب فيها، تتساح مياهه على مساحة كبيرة، وتضعف مقدرته على الحمل، فيأخذ في إرساب حمولته في هذه المسطحات المائية الشاطئية الضحلة، ويتراكم الإرساب مع مرور السنين، فتظهر دلتا للأنهار من تحت سطح الماء، وهي ذات تربة خصبة، وقد تكون الدلتا كبيرة المساحة، إذا كان نهران كبيران يصبان في البحر خلالها. ويشترط لتكوين الدلتا أن تكون مياه المصب ضحلة، والتيارات البحرية فيها والأمواج ضعيفة، ولا يتعرض خط الساحل لحركات مد وجزر عنيفة، حتى لا تتشتت الرواسب، وبالتالي لا تتكون الدلتا. وتتميز الدلتاوات بوجود بحيرات ساحلية عند أطرافها من جهة البحر، لأنها لم تمتلئ بعد بالرواسب. ويتفرع النهر في الدلتا إلى عدة فروع، قد ينطمر بعضها بالرواسب، ويبقى بعضها الآخر. ولا تتكون لبعض الأنهار دلتاوات عند مصباتها لأسباب من أهمها: قلة الرواسب في مياهها، وكون مياه المصب البحري عميقة، وتعرضها لأمواج عنيفة، وتعرضها لحركات مد وجزر كبيرة، ووجود تيارات بحرية قوية. كل هذه الظروف تعمل على تشتيت الرواسب، وبالتالي لا تتكون الدلتا في نهر الكونغو، أو لغرق مصباتها لسبب أو لآخر، مثل نهر التايمز في إنجلترا، ونهر هدسن في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية.

المراوح الفيضية

المروحة الفيضية تشبه الدلتا في شكلها المثلثي، وتتكون المراوح الفيضية عند أقدام الجبال، نتيجة سقوط المياه من المرتفعات إلى المناطق الأقل منسوباً، ويقل الانحدار في الأرض المنخفضة، وتنساح المياه على مساحات واسعة، فتقل سرعتها، وبالتالي تبدأ في إرساب حمولتها على شكل مروحة غرينية مثلثة الشكل، رأسها عند قدم الجبل، وقاعدتها بعيدة عنه، وتتنوع الرواسب فيها حسب البعد من تغير نقطة الانحدار، فعند قدم الجبل ترسب المواد الخشنة أولاً، أما المواد الدقيقة الناعمة، فترسب بعيداً. وعندما

تكون هناك سلسلة جبلية ممتدة، وتسقط الأمطار عليها، تتكون عند أقدامها عدة مراوح فيضية، وعندما تنمو هذه المراوح الفيضية، وتتصل ببعضها، تكوّن سهلاً فيضياً يُعرف باسم البهادة أو البيجادا مثل سهل الباطنة في عمّان.

عوامل تكوّن التربة

لقد ركز علماء تكوّن التربة، منذ الأعمال الأولى لدوكيوشيف **Do Kuchaev**، الروسي؛ وهيلكارد **Hilgard**، الأمريكي، في تحديد العوامل المسؤولة عن تكوّن التربة؛ ووضع معادلات رياضية، تصف العلاقة بين الخصائص المختلفة للتربة وهذه العوامل. ويتفق العديد من العلماء على أن هناك خمسة عوامل رئيسية، تحدد خصائص التربة ومدى تطورها، هي: المناخ، والطبوغرافيا، والمواد الأصلية، والنبات، والزمن. أما العوامل الثانوية الأخرى فربما لا يتعدى تأثيرها بعض الاختلافات البسيطة، على المستوى المحلي.

لا بدّ من التمييز بين عوامل تكوّن التربة، وعمليات تكوّنها؛ إذا الأخيرة تكوّن التربة؛ أما الأولى، فتحدد الحالة الراهنة لنظام تلك التربة. ومن الممكن توقع خواص التربة، عندما تحدَّد جميع العوامل بدقة. لذا، اقترح العديد من المعادلات الرياضية، التي تصف خاصية معينة للتربة، بناءً على القيم المحددة لهذه العوامل الخمسة. ومن أشهر هذه المعادلات الرياضية، على الإطلاق، معادلة جيني **Jenny**، أو المعادلة الأساسية لتكون التربة:

خ = دالة (م، ط، ص، ك، ز، ...)

خ = أي خاصية معينة للتربة.

م = عامل المناخ.

ط = عامل الطبوغرافيا.

ص = عامل المواد الأصلية.

ك = عامل الكائنات الحية.

ز = عامل الزمن.

عوامل غير محددة

وفي هذه المعادلة، تمثل خ المتغير التابع؛ بينما تمثل العوامل م، ط، ص، ك، ز، المتغيرات المستقلة. ومع أن هذه المعادلة، وأنواعاً أخرى من المعادلات الرياضية، قد اقترحت منذ زمن طويل، إلا أنه لم يحل أيٌّ منها؛ لأنه إذا سمح لجميع العوامل بالتغير، فإنه من المستحيل أن يتبين تأثير كل عامل على حدة، في خاصية التربة تحت الدراسة. وفي محاولة لجيني **Jenny**، لحل هذه المعضلة، فقد اقترح حل المعادلة لعامل واحد فقط، في كل مرة. أي انه يسمح لعامل واحد أن يتغير، بينما تبقى المتغيرات الأخرى ثابتة. لذلك، اقترح خمس معادلات مختلفة، تعرف كل واحدة منها باسم العامل المسموح له بالتغير.

- خ = (م، ط، ص، ك، ز، ...) وتسمى معادلة المناخ
- خ = دالة (م، ط، ص، ك، ز، ...) وتسمى معادلة الطبوغرافيا
- خ = دالة (م، ط، ص، ك، ز، ...) وتسمى معادلة المادة الأصل
- خ = دالة (م، ط، ص، ك، ز، ...) وتسمى معادلة البيولوجيا
- خ = دالة (م، ط، ص، ك، ز، ...) وتسمى معادلة الزمن

ولكي تحل أي من هذه المعادلات، فإن العامل، الذي تحته خط في المعادلات السابقة، يسمح له بالتغير، في حين تبقى العوامل الأخرى ثابتة. ومن ثم، تطبق بعض الأساليب الإحصائية، لتحديد مدى اعتمادية خاصية معينة من خصائص التربة، على هذا العامل المسموح له بالتغير. ويُعَد عامل ما ثابتاً، في الحالتَين التاليتَين:

1- إذا كان مدى الاختلاف فيه محدوداً.

2- إذا لم يكن له سوى تأثير محدود في خاصية التربة قيد الدراسة.

ولعل أسهل الأمثلة على استخدام المعادلات الرياضية، للتنبؤ بخاصية التربة قيد الدراسة، هي معادلة الزمن. ففي دراسات مستفيضة لمعدل تراكم معادن الطين، مع الزمن، في قطاع التربة، في غرب الولايات المتحدة الأمريكية، تُوصل إلى حل لمعادلة الزمن (المعادلة الرقم **5** أعلاه) بالنسبة إلى تراكم معادن الطين في التربة. فقد أُخذ

العديد من عينات التربة، في مناطق متشابهة في المناخ والطبوغرافيا، والنشاط البيولوجي، والمادة الأصل؛ إلا أن أعمار هذه الترب مختلفة، فمنها الحديث، ومنها القديم، ومنها ما بين ذلك. وعند توقيع محتوى كلٍّ عينة من معادن الطين مقابل عمر التربة، على رسم بياني، تبين أن العلاقة بين الزمن وكمية الطين، في قطاع التربة، ليست دالة خطية؛ إنما دالة جاشانية **Gaussion** . لذلك، تصبح المعادلة الرقم **5** لخاصية كمية معادن الطين، في قطاع التربة، كالتالي:

P = كمية الطين في القطاع (جرام/ س**2** قطاع).

e = السقف **Sill** أو أعلى قيمة، يمكن أن تصل إليها كمية الطين.

t = الزمن من بداية تكوّن التربة.

A = المدى **Range** أو المدة الزمنية، التي يتم فيها التأثر.

وهذا النوع من العلاقة، يدل على أن معدل تراكم الطين في قطاع التربة، يكون بطيئاً، في البداية، ثم يصبح عالياً، بعد فترة من الزمن، ليعود فيتباطأ، مرة أخرى، عندما يصل إلى سقف معين.

ويمكن استعراض كيفية تأثير العوامل الخمسة في خصائص التربة، كلٌّ على حدة، كما يلي:

المناخ

لقد أدرج معظم علماء تكوّن التربة، عامل المناخ على أنه العامل الأكثر أهمية في تحديد الخصائص، في العديد من الترب. ونظرة عاجلة إلى خريطة التربة، وخريطة الحرارة أو التساقط، في قارة معينة، تجعل المرء يدرك ذلك ببساطة؛ إذ إن أغلب أصناف التربة، يقتصر على أنواع معينة من المناخ. وتعد الحرارة والرطوبة أهم عناصر المناخ تحكماً في خصائص التربة. فالرطوبة مهمة، لأن الماء يدخل في أغلب العمليات الفيزيائية والكيماوية والبيوكماوية التي تحدث في التربة. أما الحرارة، فهي تتحكم

في معدل العمليات الكيماوية والبايوكيماوية. وفيما يلي ستستعرَض العلاقة بين المناخ ونوع التربة، على المستوى الإقليمي، وخصائصها التي يتحكم فيها نوع المناخ.

أولاً: الأنماط الإقليمية للترب، الراجعة إلى المناخ

إن العديد من خصائص التربة، تبدي نمطاً معيناً، وتغيراً ملحوظاً، مع التغير في نوع المناخ، ابتداءً من خط الاستواء إلى القطبَيين. وهذه التغيرات في خصائص التربة، ترجع إلى التفاوت في عمليات التزويد بالمواد العضوية وتحللها؛ ووجود العوامل المخلبية Chelating agents أو عدمها؛ وكيماوية محلول التربة؛ ومعدل الغسل، وعمقه. وهذه العمليات، بدورها، تعتمد على نوع المناخ.

واستطراداً، فإن مناطق الغابات الاستوائية، تتسم بتجوية مركزة، وعميقة، لا تبقي في الأجزاء القريبة من سطح التربة (الآفاق السطحية)، سوى المعادن المكونة من أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والألمنيوم. ويكون المحتوى العضوي في هذه الترب قليلاً، نسبياً؛ مع أن كمية المواد العضوية المضافة إلى التربة، سنوياً، عالية؛ وذلك بسبب سرعة تحلل المواد العضوية، في هذا المناخ. ويبدأ هذا النمط بالتلاشي مع الاتجاه نحو الشمال أو إلى الجنوب من الإقليم الاستوائي، حيث أقاليم السافانا . أما الترب في المناطق الصحراوية، فهي تتسم بقلة المواد العضوية؛ نظراً إلى محدودية الإمداد بالمواد العضوية وسرعة تحللها. كما تتسم المناطق الصحراوية بمحدودية الغسل؛ وما ينجم عنه من تراكم للكربونات الكلسية والجبس، في الآفاق السفلية من التربة.

ومع ازدياد معدل الأمطار السنوي، وانخفاض معدل التبخر والنتح، في أقاليم الأستبس، مقارنة بالمناطق الصحراوية، يكون الغطاء النباتي أكثر كثافة؛ ما يجعل الأفق الأعلى من التربة غنياً بالمواد العضوية. وفي المناطق، التي يسود فيها المناخ المعتدل، المطير، يكون معدل الغسل فيها عالياً؛ بسبب معدل التساقط المرتفع، وانخفاض معدل التبخر والنتح، نتيجة لانخفاض درجة الحرارة. كما تتسم هذه المناطق بتباطؤ عمليات تحلل المواد العضوية في التربة، لانخفاض درجة الحرارة، مقارنة بالمناطق الاستوائية؛ ما يؤدي تكوّن أفق عضوي، عند سطح التربة. وإلى الشمال من هذا الإقليم، في نصف

الكرة الشمالي، وإلى الجنوب منه، في نصف الكرة الجنوبي، يوجد إقليم التندرا، الذي يتسم بقلة التساقط، وانخفاض الحرارة، وتجمد الطبقة السطحية من التربة؛ ما يجعل معدل إضافة المواد العضوية إلى التربة، ومعدل تحلل هذه المواد، بطيئاً؛ الأمر الذي يغني الأفق العلوي للتربة (أفق **A**) بالمواد العضوية، إلى حدٍّ ما. أما إلى الشمال من إقليم التندرا، فتوجد الصحاري القطبية، قليلة التساقط ومنخفضة الحرارة؛ ما يجعل محتوى التربة من المواد العضوية قليلاً جداً؛ بسبب العدم شبه الكامل للنبات، في هذا الإقليم.

ثانياً: تغيّر بعض خصائص التربة، مع المناخ

أهم خصائص التربة، المورفولوجية والمعدنية، التي تتأثر بالمناخ، هي نسبة المادة العضوية في التربة، والمحتوى من معادن الطين، ونوع معدن الطين أو أكسيد الحديد السائد، واللون، وبعض المستخلصات الكيمائية، ووجود الأملاح الكلسية والأملاح الأخرى القابلة للذوبان أو عدمها، وعمق الآفاق المتملحة في التربة.

المادة العضوية

لقد درس جيني **Jenny**، عالم تكوّن التربة الأمريكي، عدة مقاطع مناخية **Climatic transects**، لتحديد نزعات تغيّر المحتوى العضوي للتربة، مع تغيّر المناخ. ووجد أن نسبة النتروجين تزداد لوغرتمياً مع زيادة الرطوبة، وتقلّ أسياً مع ازدياد درجة الحرارة، في أقاليم مناخية مختلفة، مثل: الهند، وإقليم السهول العضمي في غرب الولايات المتحدة الأمريكية، وفي ولاية كاليفورنيا في أقصى غربها. وهذا النوع من العلاقة، يعني أن عند القيم المنخفضة لكمية التساقط، أو درجة الحرارة، يكون لتغيّر أيٍّ من هذين العاملَين، بمقدار وحدة واحدة، تأثير في محتوى التربة من النيتروجين أو الكربون؛ هو أكبر من تأثير التغير نفسه، عندما تكون كمية التساقط، أو درجة الحرارة، عالية.

معادن الطين

مع أن المعلومات الدقيقة، عن أثر المناخ في محتوى التربة من معادن الطين، ليست متوافرة؛ بسبب عدم المقدرة على التحكم في عوامل تكوّن التربة الأخرى، التي تؤثر في تكوين معادن الطين؛ إلا أن هذه العلاقة كثيراً ما ترد في أدبيات علم تكوّن التربة (البيديولوجيا). وتعد محاولتا جيني Jenny، لتحديد العلاقة، رياضياً، بين محتوى التربة من الطين والمناخ، من أُوْلى الدراسات، في هذا المجال. فقد قدم معادلتَين: الأولى، لتأثير الرطوبة؛ والثانية، لتأثير درجة الحرارة في محتوى التربة من معادن الطين. ووجد أن هناك علاقة خطية موجبة، بين محتوى التربة من الطين والرطوبة؛ وعلاقة أسية Exponential موجبة، بدرجة الحرارة. وبناءً على هذا، فإنه يمكن، بالتحكم في العوامل الأخرى، إيجاد معدلات منخفضة، لتكوين معادن الطين في الأقاليم: الباردة الجافة، والباردة الرطبة، والحارة الجافة. بينما يزداد معدل تكوين الطين مع ازدياد الرطوبة، ويكون معدل تكوين الطين في التربة، هو الأعلى، في الأقاليم الحارة الرطبة.

أما الدراسة الجادة الأخرى، فهي دراسة عالم تكوّن التربة الأمريكي، مكفادن McFadden، الذي مارس تحكماً، لا بأس به، في العوامل الأخرى؛ والتي أجراها في جنوب ولاية كاليفورنيا، في أقصى غرب الولايات المتحدة الأمريكية. فقد درس تتابعات زمنية Chronosequences، في ثلاثة أقاليم مناخية: أحدها جاف، والثاني شبه جاف، والآخر رطب. ووجد أن معدل تراكم الطين في التربة، يبدأ بالتباطؤ، بعدما تصل كميته إلى حدٍّ معين، في بداية التكوين؛ وهو في المناخ الرطب، أكثر سرعة منه في المناطق الجافة.

نوعية معادن الطين

تعتمد نوعية معادن الطين، المتكونة في التربة، على كيماوية محلول تلك التربة، ومقدار الغسل، اللذَين يعتمدان، بدورهما، على نوع المناخ؛ لذلك، فإن هناك علاقة

واضحة بين المناخ ونوع معادن الطين في التربة. ومن المقاطع المناخية، التي دُرس فيها علاقة نوع معادن الطين والمناخ، اتضح أن أقوى علاقة، هي تلك القائمة بين نوع معادن الطين وكمية التساقط ومقدار الغسل. فكلما ازداد معدل التساقط، باتت معادن الطين، المتكونة في التربة، عرضة لأن تكون أقلّ احتواءً على عنصر السليكا؛ لأن معدل الغسل يزيد مع معدل التساقط، فيضمحل عنصر السليكا، بتجوية المعادن وغسل حمض السلسيك H_4SiO_4). وفي المناطق الرطبة، هناك علاقة قوية، بين نوع معدن الطين وكمية التساقط؛ إذ يسود معدن المونتموريلونيت **Montmorillonite** في المناطق الأقل تساقطاً (نحو **100**سم، سنوياً)؛ ومع زيادة كمية التساقط السنوية (ما بين **100** و**200**سم)، يكون معدن الكالينيت، هو المعدن السائد في التربة، وخاصة في الآفاق العلوية من القطاع. وعندما يكون التساقط غزير جداً (أكثر من **200** سم، سنوياً)، فإن السليكا تغسل من التربة، وتسود في آفاقها العلوية معادن أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والألمنيوم، مثل: الجبسيت **Gibbsite**، والداياسبور **Diaspore**، والبوهميت **Boehmite**، والليمونيت **Limonite**. إذاً، فإن الترب، التي يكون فيها معدل الغسل منخفضاً، يسود فيها معدن المونمورونايت **Montmorillonit**، على بقية معادنها؛ ومع ازدياد مقدار الغسل، يصبح معدن الطين السائد، هو الكالينيت **Kaolinite**. أما إذا كان مقدار الغسل عالياً جداً، فإن جميع السليكا تفقد، ولا يبقى سوى المعادن المكونة من أكاسيد الألمنيوم وأكاسيد الحديد. أما معادن الطين الشعرية، مثل: الباليجرسكايت **Palygorskite**، والسبيوليت **Sepiolite**، فهي مرتبطة بالمناخ الجاف، حيث يكون معدل الغسل منخفضاً إلى أبعد حدٍّ؛ ويكون الأس الهيدروجي(الأس الهيدروجيني **PH** هو سالب الأس للرقم عشرة لتركيز كاتيون الهيدروجين H^+ في المحلول المائي.) لمحلول التربة مرتفعاً؛ إضافة إلى تركيز عالٍ لأيون الماغنسيوم Mg^{+2} في محلول التربة، وخاصة في الأفقَين **K** (الأفق **Horizon K** هو أفق تحت سطحي مكتمل التلاحم بكربونات الكالسيوم $CaCO_3$) و**Bk** (الأفق **BK** هو أفق تحت سطحي كلسي تشكل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ كمادة لاحمة ما لا يقل عن **5**٪ من حجم الأفق)

مقدار تجوية المعادن الأصلية

يتضح مدى تأثير المناخ في مقدار تجوية المعادن الأصلية، المكونة للمادة الأم للتربة، عند مقارنة مقدار التجوية في ترب مختلفة المناخات، لكنها تتساوى في العمر. وكلما كان المناخ رطباً، ومعدل الغسيل عالياً، كان مقدار التجوية للمعادن الأصلية أكبر، أي أن تجوية المعادن في التربة في المناخ الحار الرطب، والمناخ المعتدل الرطب، تكون ناشطة جداً؛ بينما تكون، في المناخ الصحراوي، بطيئة. وهذا راجع إلى مقدار الغسل، الذي يتحكم في تركيز الأيونات في محلول التربة، ومدى تشبعه، بالمعادن الأصلية، ومعدل تحللها. فعندما يكون معدل التساقط عالياً، مقارنة بمعدل التبخر والنتح، فإن مقدار الغسل يكون كبيراً؛ ما يبقي تركيز الأيونات في محلول التربة أكثر انخفاضاً، من مستوى التشبع بالمعادن الأصلية، التي يصبح معدل ذوبانها عالياً. كما أن مقدار الغسل يؤثر في مستوى قلوية (قلوية المحلول Alkalinity هي ازدياد تركيز الهيدروكسيد OH^- وانخفاض تركيز كاتيون الهيدروجين H^+ في المحلول) محلول التربة، الذي يتحكم في معدل ذوبان كثير من المعادن؛ لأن أيون الهيدروجين، الصغير الحجم، العالي الشحنة، يؤدي دوراً أساسياً في عملية التحلل.

كربونات الكالسيوم، والمعادن الأكثر ذوباناً

العديد من خصائص تراكمات كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، في التربة، مرتبط بالمناخ، وخاصة بكمية التساقط، التي تتغلغل في أسفل التربة، والمعروفة بمقدار الغسل Leaching. وظهور كربونات الكالسيوم، في قطاع التربة، مرتبط بكمية التساقط السنوية. كما أن عمق الأفق الكلسي، وسرعة تكوّنه، مرتبطان بمقدار التساقط والغسل. ففي الأقاليم الرطبة، يكون مقدار الغسل، أو الجزء من التساقط، الذي يتسرب في التربة، عالياً، يزيل الأيونات المكونة لكربونات الكالسيوم؛ ما يؤدي عدم تركزها في المحلول إلى القدر المطلوب، لتشبع محلول التربة بمعدن الكالسايت $CaCO_3$، ثم ترسوبه. أما في الأقاليم شبه الصحراوية، فإن معدل التساقط السنوي،

يكون أقلّ بالطبع. ويصاحب ذلك ارتفاع في معدل التبخرنتح الإمكاني؛ ما يجعل جزءاً كبيراً من التساقط، يتبخر ثانية، على حساب مقدار الغسل؛ إلا أنه تبقى كمية بسيطة من الغسل، وخاصة في الآفاق العلوية من قطاع التربة. لذا، فإن كربونات الكالسيوم، ترسب في ترب الأقاليم شبه الصحراوية؛ لكن في أسفل القطاع. وفي الأقاليم الصحراوية، تقلّ كمية الأمطار السنوية ويزداد معدل التبخرنتح الإمكاني، فينخفض مقدار الغسل؛ ما يجعل محلول التربة مشبعاً بمعدن الكالسايت، الذي يرسب معدن الكالسايت، في تلك الأقاليم، حتى في الآفاق العليا من قطاع التربة. وفي عمق الإقليم الصحراوي، يكون الغسل شبه معدوم، وتركيز الأملاح في محلول التربة مشبعاً بمعدن الكالسايت والمعادن الأخرى الأكثر قابلية للذوبان، مثل: الجبس **$_4$CaSO . O$_2$H2**، ومعدن الهاليت (ملح الطعام) **NaCl**؛ ما يجعلها ترسب في قطاع التربة، مكونة آفاقاً محلية.

نسيم الوادي والجبل and Valley Breezes Mountain

نتيجة للاختلافات التضاريسية الملحية لبعض أجزاء من سطح الأرض، تختلف درجة حرارة الهواء الممثل فوق المناطق الجبلية المرتفعة عن حرارة الهواء فوق المناطق السهلية. ففي أثناء النهار، ترتفع درجة حرارة هواء السهول المنخفضة المنسوب عن درجة حرارة الهواء عند القمم الجبلية المجاورة، ومن ثم تقل كثافة هواء المناطق المنخفضة، ويصعد الهواء الساخن نهاراً من السهول إلى أعالي قمم الجبال، ويطلق على الهواء الصاعد الدافئ اسم نسيم الوادي **.Anabatic Wind** وهو يساعد على سرعة نمو الأشجار المثمرة والنباتات.

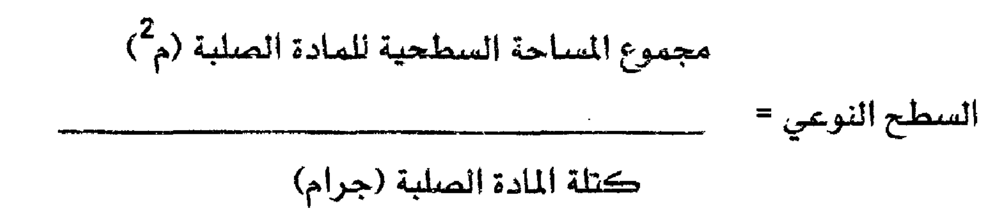
أمّا أثناء الليل فيتحرّك الهواء البارد من سطوح الجبال نحو الأودية والمناطق المنخفضة المجاورة. ويعرف هذا الهواء الهابط باسم نسيم الجبل **Katabatic Wind**. كما يتضح من الشكل التالي :

نسيم البر والبحر Land and Sea Breezes

وتحدث في المناطق الساحلية، بسبب اختلاف الحرارة النوعية لكل من اليابس والماء، حيث يسخن اليابس أثناء النهار بسرعة، فيتمدد الهواء الملامس له وبالتالي يصعد إلى أعلى، ويحل محله هواء بحري أقل منه حرارة، يعمل على تلطيف درجة حرارة اليابس أثناء النهار، ويعرف في هذه الحالة بنسيم البحر **.Daytime Sea Breeze** أمّا أثناء الليل فيحدث العكس، حيث يبرد اليابس بسرعة فيتكون عليه ضغط مرتفع نسبي، بينما يكون الهواء فوق سطح الماء دفئاً. فيندفع الهواء من اليابس نحو البحر، وهو ما يعرف بنسيم البر**Night - Time Land Breeze**. كما يتضح من الشكل التالي :

السطح النوعي

يعرف السطح النوعي للتربة، بأنه مجموع المساحة السطحية للمادة الصلبة، لكل وحدة كتلة، أو لكل وحدة حجم، للمادة الصلبة نفسها. وتشمل المادة الصلبة للتربة حبيبات المعادن، والمواد العضوية. ويعبر، عادة، عن السطح النوعي للتربة، على أساس الأمتار المربعة، لكل جرام من تلك المادة.



$$\text{السطح النوعي} = \frac{\text{مجموع المساحة السطحية للمادة الصلبة (م}^2\text{)}}{\text{كتلة المادة الصلبة (جرام)}}$$

أو على أساس عدد الأمتار المربعة، لكل سنتيمتر مكعب، من المادة الصلبة للتربة.

$$\text{السطح النوعي} = \frac{\text{مجموع المساحة السطحية للمادة الصلبة (م}^2\text{)}}{\text{حجم المادة الصلبة (سم}^3\text{)}}$$

ويعتمد السطح النوعي للتربة، على حجم الحبيبات وشكلها؛ إذ كلما كانت أصغر حجماً، ازداد ذلك السطح . فكتلة مكعبة، مثلاً، طول ضلعها **2** سم، يساوي مجموع مساحتها السطحية **24** سم^2:

2 سم × **2**سم × **6** = **24** سم^2

ولو قُسِّمت تلك الكتلة إلى مكعبات أصغر، طول ضلع كل منها **1**سم، لأصبح مجموع المساحة السطحية **48** سم^2:

1 سم × **1** سم × **6** أسطح × **8** مكعبات = **48** سم^2

ذلك، يكون السطح النوعي، في الترب الطينية، ناعمة القوام، أكبر منه في تلك الخشنة القوام (الرملية).

كما أن شكل الحبيبات، يؤثر كثيراً في السطح النوعي للتربة؛ إذ كلما كانت مسطحة أو مستطيلة، كان السطح النوعي للتربة، أكبر منه في تلك التي تكون حبيباتها متساوية الأبعاد، مثل الشكل الكروي والمكعب . ولو أن كتلة من مادة لدنة، مثلاً، حجمها **1** سم**3**، جُعلت كروية الشكل، لكان:

مساحة سطح الكرة = **4** ط نق**2** = **4** × **3.14159** × (**0.62**سم)^2 = **4.83**سم^2

ولو جُعلت مكعبة الشكل، لأصبحت مساحة سطحها **6** سم^2:

مساحة سطح المكعب = **1**سم × **1**سم × **6** = **6** سم^2

وإنْ جُعلت على شكل صفيحة، ارتفاعها مليمتر واحد (**0.1**سم)، وعرضها **1** سم، وطولها **10**سم؛ فإن مساحة السطح، ستصبح **22.2**سم^2:

1سم× **10**سم × **2** + **0.1**سم × **10**سم^2 × **2** + **0.1**سم ×**1** سم × **2** = **22.2**سم^2

ولأن المعادن الطينية، حجم بلوراتها صغير، وتأخذ الشكل الصفائحي، فإن نسبتها في التربة، تتحكم كثيراً في سطحها النوعي؛ فتكون الترب الطينية كبيرته؛ وتلك الرملية قليلته؛ بينما تكون التربة، التي قوامها أخشن من الترب الطينية، وأنعم من الترب الرملية، متوسطة في سطحها النوعي، الذي يزداد بازدياد نسبة الطين فيها.

ويعد السطح النوعي للتربة من الخصائص الأساسية، التي يعتمد عليها كثير من الخواص الأخرى؛ إذ كلما ازداد السطح النوعي للتربة، كان احتفاظها بالماء أشد؛ وتبادل الكاتيونات، بين المادة الصلبة ومحلول التربة، أكثر؛ وتلاصقها أقوى؛ واحتفاظها بالكيماويات المختلفة، من مخصبات وملوثات، أشد. لذلك، يكون قياس السطح النوعي للتربة مهماً جداً؛ لتقدير سلوك التربة والتنبؤ به. ويُقدر السطح النوعي بكمية الغاز، اللازمة لتكوين طبقة أحادية الجزيء، على أسطح المادة الصلبة؛ بسبب الامتصاص على الأسطح. ويستعمل، عادة، غاز، غير ناشط، كيماوياً، مثل غاز النيتروجين.

بناء التربة **Soil Structure**

يعرف بناء التربة، بأنه انتظام الحبيبات فيها واتساقها، على شكل مجموعات، أو تكتلات ثانوية، تسمى الحبيبات المركبة **Aggregates.** ويؤثر بناء التربة في العديد من خواصها، مثل مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، وحركة الماء والهواء فيها، ونمو جذور النباتات، وسهولة الحرث، والحركة المرورية على سطحها، والتعرية. وفي الزراعة، يهتم المختصون بالحصول على تربة مفككة، وعالية المسامية والنفاذية، وخاصة في الجزء السطحي من التربة. أما المهندسون الإنشائيون، فهم يرغبون في أن يكون بناء التربة كثيفاً ومتماسكاً؛ لتوفير مقاومة وثبات أكبر؛ ولذلك يكون لمعرفة بناء التربة دور كبير في إدارتها بكفاءة.

أولاً: أنواع بناء التربة

هناك أربعة أنواع من بناء التربة، حسب الشكل السائد للحبيبات المركبة في أفق التربة؛ وهي: البناء المستدير، والطبقي، والمنشوري، والكتلي.

أ- البناء المستدير Spheroidal Structure

وفي هذا النوع من البناء، يكون شكل الحبيبات المركبة مستديراً؛ وتكون متباعدة بعضها عن بعض. وعادة، يميز في هذا النوع من البناء، بين البناء الحبيبي Granular، الذي تكون فيه الحبيبات المركبة غير مسامية، والبناء المفتت Crumb، الذي تكون فيه الحبيبات المركبة ذات مسامية كبيرة. ويسود البناء المستدير، الحبيبي والمفتت، في الآفاق السطحية من قطاع التربة، خاصة إذا كان محتواها من المادة العضوية عالياً. ويتأثر هذا النوع من بناء التربة، بالطرائق المستخدمة في الحرث.

ب- البناء الطبقي Platy Structure

وهذا النوع من بناء التربة، تكون فيه الحبيبات المركبة منتظمة أفقياً، على شكل طبقات رقيقة، أو صفائح؛ بسبب نموها في الاتجاه الأفقي. ويوجد البناء الطبقي، عادة، في الآفاق السطحية للتربة الحديثة، والترب المغمورة بالماء أو الثلوج.

ج- البناء المنشوري Prismatic Structure

وفي هذا النوع من بناء التربة، تكون الحبيبات المركبة على شكل قوائم رأسية التوجيه. وتكون الحبيبة المركبة ذات ستة جوانب، وقد يصل قطرها إلى 15سم. ويسود هذا النوع من البناء في الآفاق تحت السطحية، وخاصة في الأفق B، في الترب الطينية، في المناطق الجافة وشبه الجافة. ويقسم البناء المنشوري إلى قسمين:

- البناء المنشوري، وتكون فيه قمم الحبيبات المركبة مستوية.
- البناء العمودي Columnar، وتكون فيه قمم الحبيبات المركبة مستديرة.

د- البناء الكتلي Blocky Structure

وفي هذا النوع من البناء، تكون الحبيبات المركبة على شكل مكعبات سداسية الأوجه، يصل قطرها إلى عشرة سنتيمترات. ويميز بين نوعين من البناء الكتلي، هما:

- بناء كتلي زاوي Angular Blocky، وتكون فيه مكعبات الحبيبات المركبة حادة الحافات، مستطيلة الأسطح.
- بناء كتلي تحت زاوي Subangular Blocky، وتكون فيه مكعبات الحبيبات المركبة شبه مستديرة الحافات، كما تميل أسطحها إلى الاستدارة.

ويوجد البناء الكتلي، عادة، في الآفاق تحت السطحية، وخاصة في الجزء العلوي من الأفق B. ويتحكم في درجة تطور هذا البناء العديد من العوامل، أهمها: التهوية، والصرف، وكثافة جذور النباتات.

ثانياً: درجات بناء التربة

يعطي بناء التربة، حسب درجة وضوحه، ومقاومته للكسر، الدرجات التالية:

أ- عديم البناء Structureless

عندما تكون حبيبات التربة منفردة، ولا توجد وحدات بناء واضحة من الحبيبات المركبة، فإن التربة تصنف عديمة البناء. ومن أفضل الأمثلة على ذلك، بناء الترب الرملية.

ب- بناء ضعيف

تكون فيه الحبيبات المركبة ضعيفة التكوين، ينكسر معظمها، عندما يراد فصل بعضها عن بعض.

ج- بناء متوسط

تكون فيه الحبيبات المركبة متوسطة التكوين، معظمها لا ينكسر، عندما يفصل بعضها عن بعض.

د- بناء قوي

ويطلق على بناء التربة، الذي تكون فيه الحبيبات المركبة واضحة؛ ويسهل فصلها، من دون أن تتكسر.

الوحدة الثانية

إقليم البحر المتوسط



الوحدة الثانية

إقليم البحر المتوسط

ويشمل السهول الساحلية وظهيرها في بلاد الشام وشمال العراق فضلاً عن إقليم التل في المغرب ، إلى جانب الجبل الأخضر في ليبيا ، ومع شيء من التجاوز نضيف السهل الساحلي الشمالي في ليبيا ومصر ، لاتفاقه معها في سبب سقوط المطر وإن قلت كميته كثيراً عن الأقاليم الأولى ، وتمثل المدن الآتية مناخ البحر الأبيض المتوسط ، بيروت والجزائر وتونس والرباط.

خصائص مناخ البحر المتوسط :

يتميز هذا المناخ بانقسام السنة إلى فصلين هما الشتاء والصيف على النحو التالي :

أ. ظروف الشتاء :

1. يتميز الشتاء في هذا الإقليم بدفئه فلا يظهر فيه شتاء قارص إلا في ظروف نادرة ولا تنخفض درجة الحرارة عن **10** درجات مئوية إلا في الجهات الداخلية .
2. يسقط المطر شتاء ، يتراوح بين **88** سم في بيروت و**21** في دمشق و **9** سم في بغداد . ويقل المطر بوجه عام كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق وكلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وبسبب سقوط الأمطار هو هبوب الرياح العكسية الغربية المصحوبة بالأعاصير.

(ب) ظرف الصيف :

ترتفع الحرارة صيفاً حتى أنها تكاد تقرب من حرارة الصحراء المجاورة ويرجع هذا إلى الجفاف وصفاء السماء خلال هذا الفصل ، ونفس هذه الظروف هي السبب في انخفاض الحرارة أثناء الليل . وبذلك يكون المدى الحراري اليومي كبيراً .

وتهب على الإقليم الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة التي لا تسبب سقوطها الأمطار ولكنها تعمل على تلطيف حرارة الجو .

ويسود الجفاف التام بسبب عدم مرور الانخفاضات الجوية على هذا الإقليم في فصل الصيف .

الخصائص النباتية :

الأنواع النباتية السائدة في هذا الإقليم هي الأشجار الدائمة الخضرة في الغالب ، فاتفاق موسم المطر مع موسم الحرارة الدنيا لا يشجع على نمو الحشائش ، بل تصبح الأشجار هي النوع الملائم ، الذي يمكنه الاستفادة من مطر الشتاء ، والنمو سريعاً في الربيع ، واحتمال الجفاف الصيفي الطويل ، اعتماد على الرطوبة المختزنة في التربة والتي تمتصها شبكات جذرية كثيفة تميز معظم الأنواع الشجرية النامية بهذا الإقليم.

ويتكون الغطاء النباتي في معظمه من أشجار وشجيرات مختلفة ، أهمها من الأنواع الدائمة الخضرة كالبلوط والسنديان ، ثم البلوط الفليني من الأنواع التي تتخلص من أوراقها في الخريف . أما الأنواع المخروطية فأشهرها الأرز والعرعر والصنوبر ، وتتواجد عادة فوق أعالي المرتفعات ، على مناسيب تربو على الألف متر فوق سطح البحر ، ولكن ينبغي أن يراعى بأن نوعية الأشجار وفصائلها وكثافتها تختلف كثيراً من بقعة لأخرى داخل نطاق مناخ البحر المتوسط في الأراضي العربية ، وذلك وفقاً لظروف طبيعية وبشرية منها : مقدار معدلات التساقط ، وطول موسم الأمطار وتوزيعها ،

ومنسوب السطح ودرجة انحداره، ومدى تأثر أشجار الأحراج بنشاط الإنسان ورعي أنعامه وتلك أمثلة على أحراج البحر المتوسط في بقاع متباعدة من أقطار الوطن العربي .

المناخ الاستوائي

أولاً : الخصائص العامة للمناخ الاستوائي

يترامى المناخ الاستوائي على شكل نطاق عريض، حول خط الاستواء، يمتد بين خمس وعشر درجات عرضية، شمال ذلك الخط وجنوبه ؛ وقد يمتد، في الأجزاء الشرقية من القارات، إلى نحو **25** درجة، في شماله وجنوبه. ويتميز المناخ الاستوائي بمتوسط درجة حرارة، لا يقلّ عن **25** درجة مئوية؛ ويهطْل الأمطار طوال العام، نتيجة لظاهرة الحمل، ومدى حراري سنوي منخفض.

أ- الحرارة

تكون درجة الحرارة، في المناخ الاستوائي، مرتفعة، طوال العام، فلا يقلّ متوسطها عن **25** درجة مئوية؛ وليس هناك فارق واضح بين شهور السنة؛ لأن الشمس لا تبتعد كثيراً، في المنطقة الاستوائية، عن الوضع العمودي. وتبلغ الحرارة ذروتها، إبّان الاعتدالَين، حينما تتعامد الشمس وخط الاستواء؛ بينما تنخفض إلى نهايتها الصغرى، خلال الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي، حينما تتعامد ومدار السرطان (**23.5** درجة شمالاً) ومدار الجدي (**23.5** درجة جنوباً)، على التوالي. ولا يزيد المدى الحراري بين أحرّ شهور السنة وأبردها على **3.1** درجات مئوية. كما أنه لا يوجد إبّانها تفاوت كبير في طول النهار، لأن الشمس تكون عمودية، أو شبه عمودية، طوال السنة، على هذا الإقليم.

وتتسم درجتا الحرارة، العظمى والصغرى، في الأقاليم الاستوائية، بقلة التغاير؛ إذ نادراً ما تزيد أولاهما على **38** درجة مئوية، وقلّما الثانية عن **16** درجة مئوية، أيّ أن الفارق

بين نهايتيهما قلّما يزيد على 22 درجة مئوية. ويُعَد الفارق اليومي بين درجات الحرارة، في النهار والليل، كبيراً، إذا ما قُوْرن بالفارق الفصلي؛ إذ يناهز عشر درجات مئوية، حيث تراوح الحرارة في الليل بين 20 و24 درجة مئوية، وفي النهار بين 30 و34 درجة مئوية.

وعلى الرغم من أن درجة الحرارة، في المناخ الاستوائي، لا تنخفض، أثناء الليل، عن عشرين درجة مئوية، فإنها تُعَد منخفضة، بالنسبة إلى شعوب الأقاليم في ذلك المناخ، والتي لم تتعود استعمال اللباس، أو وسائل التدفئة الأخرى؛ ولذلك، كثيراً ما يقال إن الليل، هو شتاء الأقاليم الاستوائية.

ب- الضغط الجوي والرياح

يسيطر على الأقاليم الاستوائية الضغط المنخفض، المعروف بالرَّهْو الاستوائي، الناجم عن ارتفاع درجة الحرارة، ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة، طوال العام، بسبب ظاهرة الحمل، الناتجة من سخونة الهواء، قرب السطح. كما أن ارتفاع رطوبة الهواء النسبية، يساعد على قِلة كثافته، وانخفاض ضغطه.

ويتميز الإقليم الاستوائي بركود هوائه؛ ما يجعله إقليماً، تسوء فيه الأحوال الصحية؛ لاقتران ركود الهواء بكثرة الرطوبة. ويتأتّى ذلك الركود من تماثل درجات الحرارة في أرجاء الإقليم؛ ما يجعل الانحدار في درجة الحرارة، فيضعف انحدار الضغط الجوي، فتكون حركة الهواء بطيئة جداً. ويقلّ انحدار ذلك الضغط، كلما ازداد الاقتراب من خط الاستواء، في هذا الإقليم، ويضمحل ببلوغ ذلك الخط، حيث تتوقف حركة الهواء الأفقية، وتنشط حركته الرأسية؛ تصَّاعد مقادير كبيرة منه، محمَّلة بالرطوبة، إلى الطبقات الجوية العليا. ويساعد تصاعده على تمدد حجمه، الناجم عن قِلة الضغط الجوي؛ فتنخفض درجة حرارته، ويتكاثف، مسبباً سقوط الأمطار الغزيرة. أمّا التباعد عن خط الاستواء، فيزيد الفارق المكاني في الضغط الجوي؛ ما يسمح بهبوط تيارات هوائية معتدلة السرعة، تتجه نحو ذلك الخط، وتعرف بالرياح التجارية، وتتميز بانتظام

هبوبها؛ وتجلب معها مقادير كبيرة من بخار الماء، من المحيطات الدافئة، التي تمر عليها قبل وصولها إلى اليابسة.

ج - الأمطار

الأمطار الرئيسية في المناطق، التي يسودها مناخ استوائي، هي الأمطار الانقلابية، الناتجة من عملية الحمل، التي تسهم في تسخين الهواء القريب من السطح، وصعوده إلى أعلى، حيث تنخفض درجة حرارته إلى حدّ التكاثف ثم التساقط. ففي الصباح الباكر، يكون الجو ضبابياً، ولا يلبث الضباب أن يختفي، بعد طلوع الشمس؛ وتتزايد سخونة الهواء القريب من السطح؛ ما يجعله يتمدد، وتقلّ كثافته، فيصّاعد ويُفقِده صعوده الطاقة، بمعدل درجة مئوية واحدة، في كلّ مائة متر؛ وذلك ناتج من التمدد، بسبب قِلة الضغط. وباطّراد ارتفاعه، وازدياد برودته، ترتفع رطوبته النسبية إلى درجة التشبع، فيتكثف، مكوّناً التكاثف وتكوين السحب الركامية، ثم الأمطار الرعدية. وتسقط الأمطار في المناخات الاستوائية، يومياً، سقوطاً منتظماً، يتكرر في الموعد نفسه، كلّ يوم؛ حتى إن السكان المحليين يؤقتون به مواعيدهم، فيقولون، مثلاً: "نلتقي، بعد المطر".

بيد أن مواقيت المطر اليومي، تختلف باختلاف الأماكن ذات المناخ الاستوائي، وتفاوت ظروفها المحلية؛ إلاّ أنها تكون، عادة، ما بين الظهر ومنتصف الليل، بخاصة بين الساعة الثالثة والرابعة مساءً، أي بعيد أن تبلغ السخونة ذروتها، وتراوح كمية الأمطار السنوية، الساقطة في المناخ الاستوائي، بين 50 و80 بوصة (200.125سم)؛ إلاّ أنها قد تصل إلى 200 بوصة (500سم) في بعض الأقاليم. وتبلغ الأمطار أعلى مستوى لها في الفترة، التي تكون فيها الشمس وخط الاستواء متعامدَين، فيما يعرف بالاعتدالَين، في شهرَي أبريل ونوفمبر؛ ويكون معدّلها في الاعتدال الربيعي (أبريل) أعلى منه في الاعتدال الخريفي (نوفمبر).

ثانياً: نماذج إقليمية من المناخ الاستوائي

(1) إقليم حوض الأمازون

يقع حوض الأمازون في قارة أمريكا الجنوبية ، حيث يشمل معظم الأراضي البرازيلية وأجزاء من بوليفيا، وبيرو، والإكوادور، وكولمبيا، وفنزويلا، وغينيا. وهو سهل مفتوح من جهة الشرق، حيث يسهل على الرياح التجارية الرطبة، القادمة من المحيط الأطلسي، التوغل في الإقليم؛ ما يجعل الأمطار تسقط بانتظام في جميع أرجائه. ويُقدّر متوسط كمية الأمطار السنوية بنحو 87 بوصة (218 سنتيمتراً)، في مدينة بارا **Para**؛ ونحو 66 بوصة (165 سنتيمتراً)، في مدينة مناوس **Manaus**. ومع الاتجاه غرباً، في داخل الحوض، نحو جبال الأنديز، يزداد المعدل السنوي لسقوط الأمطار، بسبب اضطرار الرياح المحملة بالرطوبة إلى الصمود؛ فيتجاوز، في مدينة إكيتوس **Iquitos**، في بيرو، 100 بوصة (250 سنتيمتراً).

ونظراً إلى وقوع الجزء الأكبر من حوض الأمازون إلى الجنوب من خط الاستواء، فإن الروافد الرئيسية، التي تغذي نهر الأمازون، تتلقى القدر الأكبر من الأمطار، في شهرَي مارس وأبريل؛ ما يسفر عن ارتفاع مياهه نحو 40 قدماً، وتكوين مساحة هائلة من المستنقعات. أمّا في الموسم الأقل أمطاراً، والمتمثل في شهرَي أغسطس وسبتمبر، فإن مياه النهر، تهبط إلى أقلّ مستوى لها خلال العام.

(2) إقليم حوض الكونغو

يقع حوض الكونغو في وسط القارة الإفريقية. ويسود المناخ الاستوائي معظم أجزائه؛ وذلك في الحدود الشمالية لجمهورية الكونغو (زائير سابقاً) حتى الدرجة الخامسة من درجات العرض، جنوب خط الاستواء. ويناهز المتوسط السنوي لدرجة الحرارة 26 درجة مئوية. ويبلغ متوسط المدى الحراري السنوي درجتَين مئويتَين فقط. وأمّا المدى اليومي لدرجة الحرارة، فيقدَّر بنحو 12 درجة مئوية.

والأمطار في حوض نهر الكونغو حملانية صرفة، يقارب متوسطها السنوي 150 سنتيمتراً، في أطراف الحوض، و200 سنتيمتر في وسطه. ويهطل معظمها في فترتَين: من سبتمبر إلى نوفمبر، ومن مارس إلى يونيه؛ إلاّ أن الفترة أولاهما هي الأكثر أمطاراً.

(3) إقليم ساحل غانا

يقع إقليم ساحل غانا في غربي القارة الإفريقية ، إلى الشمال من خط الاستواء، بين درجتَي العرض 5 و10. وهو ذو مناخ استوائي، على ما يتسم به من سمات المناخ الموسمي. ويتلقى كميات كبيرة من الأمطار، يناهز معدلها السنوي 425 سنتيمتراً، وتكون نهايتها العظمى الوحيدة في شهرَي يوليه وأغسطس، حينما يتعرض الإقليم لهبوب الرياح الجنوبية الغربية، المحملة بالرطوبة، من المحيط الأطلسي. ويتواصل هطْل الأمطار على إقليم ساحل خليج غينيا، طوال العام؛ بسبب التيارات الصاعدة من ناحية، وهبوب الرياح الجنوبية الغربية من ناحية أخرى. إلاّ أن أغلب الأمطار، هي من النوع الحملاني، تتسم بالغزارة، ولاسيما في المناطق المرتفعة، المواجهة للرياح الجنوبية الغربية، حيث يصل معدلها السنوي إلى 1200 سنتيمتر.

وتتميز درجة الحرارة، في هذا الإقليم، بانخفاض مداها السنوي، الذي يراوح بين درجتَين و3 درجات مئوية؛ فيبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى، في مدينة أكرا، 31 درجة مئوية، في شهر مارس، أشد شهور السنة حرارة، و26.5 درجة مئوية، في شهر أغسطس، أشدها برودة. أمّا متوسط درجة الحرارة الصغرى، في المدينة نفسها، فيبلغ 24.4 درجة مئوية، في شهر مارس، و21.5 درجة مئوية، في شهر أغسطس. وأعلى درجة حرارة، سجلت في مدينة أكرا، كانت 28 درجة مئوية.

(4) إقليم الجزر الأندونيسية

يسود الجزر الأندونيسية، والجزء الجنوبي من جزيرة الملايو، مناخ استوائي موسمي؛ لوقوع هذا الإقليم في المنطقة الاستوائية، بين الإقليمَين الموسميَّين، في قارتَي آسيا

وأستراليا. وهو يتلقى أمطاراً وافدة، تزيد كميتها السنوية على **250** سنتيمتراً، بل تفوق **375** سنتيمتراً في المناطق الجبلية المرتفعة، في العديد من الجزر، مثل: سومطرا، وجاوا، وبورنيو، وغينيا الجديدة. ويتخذ النظام المطري في هذا الإقليم أنماطاً ثلاثة، هي:

(أ) نظام ذو نهايتَين عظمييْن، إحداهما أكبر من الأخرى. ويسود الجهات الجنوبية والشرقية من هذا الإقليم.

(ب) نظام ذو نهاية عظمى واحدة. ويسود الفصل الجاف الفترة الممتدة من يوليه إلى سبتمبر، ويعرف بالنظام الاسترالي.

(ج) نظام ذو نهاية عظمى واحدة. ويسود الفصل الجاف الفترة الممتدة من يناير إلى مارس، ويعرف بالنظام الآسيوي.

وعلى الرغم من التباين الواضح في كمية الأمطار السنوية وتوزُّعها الفصلي، إلاّ أن التباين في درجات الحرارة، في هذا الإقليم، يكاد يكون معدوماً؛ فالمدى السنوي، لا يتجاوز **3** درجات مئوية، بينما يصل المدى اليومي إلى **7** درجات مئوية. وتبلغ درجة الحرارة السنوية، في المتوسط، **25** درجة مئوية، ودرجة الحرارة العظمى المطلقة **36** درجة مئوية، والصغرى المطلقة **18** درجة مئوية.

المناخ المداري

يمتد المناخ المداري، على شكل حزامَين، شمال المناخ الاستوائي وجنوبه؛ وذلك في المناطق، التي تسودها الرياح التجارية، طوال العام ، حيث توجد صحاري العالم. وفي المناطق الواقعة بين الصحاري والمناخ الاستوائي يتحرك نطاق المطر الاستوائي مع حركة الشمس الفصلية نحو الشمال في فصل الصيف الشمالي، ونحو الجنوب في فصل الصيف الجنوبي (فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي). فتتعرض هذه المنطقة لفترة جافة، إبان سيطرة الرياح التجارية، وفترة مطيرة، تسببها التيارات الاستوائية

الصاعدة، والأمطار الحملانية ، ومدار السرطان هو الحد الشمالي لهذا الإقليم المداري، في نصف الكرة الشمالي؛ ومدار الجدي حدُّه الجنوبي، في نصفها الجنوبي.

ويقسم إقليم المناخ المداري إلى ثلاثة أقاليم فرعية، هي: الإقليم المداري البحري، والإقليم المداري القاري، والإقليم المداري الموسمي.

أولاً: المناخ المداري البحري

يتمثل هذا النوع من المناخ المداري في السواحل الشرقية للقارات، حيث تهطل الأمطار طوال العام. ففي فصل الصيف، تكون المناطق الساحلية في نطاق المنخفض الاستوائي؛ ما يوجد التيارات الصاعدة، فالأمطار الحملانية. أمّا في فصل الشتاء، حينما يتزحزح الضغط المنخفض الاستوائي نحو خط الاستواء، فتصبح تلك المناطق في نطاق الرياح التجارية الآتية من المحيط، والتي ينجم عنها هطْل الأمطار.

ولا تختلف كثيراً درجتا الحرارة في الإقليمَين، المداري البحري والاستوائي؛ فهما مرتفعتان، طوال العام، من دون تفاوت يذكر بين فصول السنة؛ إذ لا يزيد المدى الحراري السنوي على ثماني درجات مئوية. وتكون الحرارة العالية أكثر احتمالاً في أولهما منها في الثاني؛ بسبب تلطيف الجو بواسطة الهبوب الدائم للرياح التجارية، في فصل الشتاء. أمّا في فصل الصيف، حين يسيطر على إقليم المدار البحري الركود الاستوائي، وما يصاحبه من ازدياد في رطوبة الهواء، فإن الحرارة العالية، تكون خانقة، يصعب احتمالها.

ويسود المناخ المداري البحري الجزء الأكبر، من السواحل الشرقية للبرازيل، وإفريقيا، وأمريكا الوسطى. وأن جميع هذه المناطق، تتلقى أمطاراً سنوية، لا تقلّ عن **100** سنتيمتر، إلاّ أنها تتفاوت تفاوتاً كبيراً بين منطقة وأخرى. ففي جزيرة جامايكا، الواقعة في البحر الكاريبي، تصل كمية الأمطار السنوية، على السواحل المواجهة للرياح التجارية، إلى **350** سنتيمتراً؛ ولكنها تنخفض إلى **12** سنتيمتراً، على السواحل

المعاكسة لاتجاه تلك الرياح التجارية. أمّا الجزر المنبسطة، القليلة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، فإن الرياح لا تضطر إلى الارتفاع؛ ما يجعل كمية الأمطار السنوية قليلة نسبياً، كما هو الحال في جزر البهاما، الواقعة في البحر نفسه، والتي لا يهطل فيها من الأمطار، سنوياً، سوى **127** سنتيمتراً.

وقد تتباين كميات المطر، فصلياً، فيكون هناك نهاية عظمى، في فصل الشتاء، حينما يقوى تأثير الرياح التجارية، كما هو الحال في جزيرة هونولولو، وموزامبيق، ومالاجاشي، حيث يهطل، في ذلك الفصل وحده، أكثر من ثلاثة أرباع الأمطار السنوية. وفي بعض المناطق من الإقليم المداري البحري، تكون النهاية العظمى للمطر في فصل الخريف، حينما ترتفع درجة حرارة مياه البحر، وتنخفض حرارة اليابسة، كما هو الحال في جزر الأنتيل، حيث يتساقط نحو **108** سنتيمترات من الأمطار، في الفترة الممتدة من سبتمبر حتى نوفمبر؛ بينما يناهز متوسطها الفصلي، في الشتاء والصيف والربيع، **82**، **95**، **17** سنتيمتراً، على التوالي.

وفي مناطق أخرى من ذلك الإقليم المناخي، وبخاصة تلك القريبة من المنطقة الاستوائية، تكون النهاية العظمى للأمطار في فصل الصيف؛ نظراً إلى سيطرة الركود الاستوائي، مدة أطول، وما يصاحبه من أمطار حملانية، كما هو الحال في جزيرة ترينيداد الواقعة في البحر الكاريبي، والتي يهطل نحو **40**٪ من أمطارها السنوية، المقدّرة بنحو**120** سنتيمتراً، خلال فصل الصيف؛ بينما تقدَّر نسبتها بنحو **14**٪، **12**٪، **24**٪، في الشتاء، والربيع، والخريف، على التوالي.

ثانياً: المناخ المداري القاري

يسود في داخل القارات، والمناطق الواقعة في ظل الرياح التجارية، التي تجعلها جافة؛ بينما يكون الصيف هو الفصل المطير.

أ- الحرارة

درجة الحرارة في هذا الإقليم أكثر ارتفاعاً منها في الإقليم الاستوائي؛ وذلك بسبب صفاء سمائه، وجفاف هوائه. ويراوح متوسط درجة الحرارة، في أكثر شهور السنة حرارة 34 و45 درجة مئوية؛ ولكنها تهبط هبوطاً سريعاً، أثناء الليل، إلى نحو 10 درجات مئوية.

وهي تتزايد تزايداً تدريجياً، مع اقتراب فصل الصيف، وارتفاع الشمس واقترابها من زاوية السمت ، ولا يخفف من حدّتها إلاّ هطْل الأمطار؛ فالحرارة، في منجلا، في جنوبي السودان، تصل إلى 28.3 درجة مئوية، في شهر مارس، قبل بدء موسم هطْل الأمطار؛ ولكنها تنخفض إلى 24.4 درجة مئوية، في شهر يوليه ذي الأمطار الغزيرة. وقلّما يشعر الناس بهبوط درجة الحرارة، لاقتران تلك الأمطار بازدياد الرطوبة؛ ما يضعف الإحساس بالحرارة .

ب - الأمطار

يكون فصل الشتاء، في إقليم المناخ المداري القاري، هو فصل الجفاف؛ لسيطرة الرياح التجارية الجافة في خلاله. أمّا في فصل الصيف، فيمتد إلى الإقليم نطاق الضغط الاستوائي المنخفض؛ ما يساعد على نشاط التيارات الهوائية الصاعدة، وسقوط الأمطار الحملانية. وتكون جهاته الجنوبية، المتاخمة للإقليم الاستوائي، أكثر مطراً، وفصلها المطير أطول، وأمطارها أكثر انتظاماً. غير أن الابتعاد عن خط الاستواء، يجعل الموسم المطير قصيراً، وأمطاره قليلة، وكذلك انتظامها. فتخوم الإقليمَين: المداري القاري والاستوائي، تصل فيها كمية الأمطار السنوية إلى 125 سنتيمتراً، ويطاول موسمها المطير 8 أشهر؛ بينما تنخفض إلى نحو 25 سنتيمتراً، في السنة، حيث يتاخم إقليم المناخ المداري القاري المناطق الصحراوية، إلى شماله، في نصف الكرة الشمالي، وإلى جنوبه في نصفها الجنوبي. ولا يتعدى طول الفصل المطير أربعة أشهر.

كما تتباين كميات المطر السنوية، في المنطقة الواحدة من هذا الإقليم المناخي؛ إذ تفوق في بعض السنوات، ضعف معدلها السنوي؛ بينما تقلّ، في سنوات أخرى، عن نصف ذلك المعدل. وتفقِد الأمطار انتظامها السنوي كلما ابتعدت عن خط الاستواء، واقتربت من المناطق الصحراوية، إلى الشمال في نصف الكرة الشمالي، وإلى الجنوب في نصفها الجنوبي.

ويتسبب عدم الانتظام في هطول الأمطار بتذبذب كبير في الإنتاج الزراعي، ولاسيما في المناطق القريبة من الإقليم الصحراوي، ؛ ما يسفر عن سنوات من المجاعات، كما هو معهود في ذلك الإقليم من القارة الإفريقية. ويزيد من هذه المعضلة، توافق فصل المطر وفصل الحرارة الشديدة، التي تقلّل من فاعلية الأمطار وتبخّر كمية كبيرة من المياه؛ إذ يزيد معدل التبخرنتج الكامن على 245 سنتيمتراً، في العام؛ بينما لا يزيد معدل المطر السنوي على 76 سنتيمتراً، أي أن معدل التبخرنتح الإمكاني، يزيد على ثلاثة أمثال معدل المطر السنوي.

كما أن طبيعة سقوط المطر، الذي يهطل بغزارة، قد تفوق، في اليوم الواحد، 12 سنتيمتراً، وقد تزيد، في الساعة الواحدة، على 6 سنتيمترات. تسهم في فقدان كميات كبيرة منه، بالجريان السطحي إلى الأنهار والأودية، بدلاً من تغلغلها في التربة، حيث يُنتفَع بها.

ثالثاً: المناخ المداري الموسمي

يوجد هذا المناخ حيث تتداخل الكتل اليابسة والمسطحات المائية تداخلاً كبيراً، مثل: جنوب شرقي آسيا وجزر الفيليبين، وشمالي أستراليا، وإثيوبيا والصومال في شرقي إفريقيا، واليمن في شبه الجزيرة العربية. ويتميز بموسم مطير، خلال فصل الصيف، مرتبط بهبوب الرياح الموسمية الصيفية، الناجمة عن اختلافات الهواء الحرارية على اليابسة وفوق المسطحات المائية المجاورة لها.

ولذلك، يتأثر الإقليم الموسمي بالكتل الهوائية المدارية القارية، في فصل الشتاء، بتلك الاستوائية والمدارية البحرية، في فصل الصيف. إذ إن انخفاض درجة الحرارة، في أواسط آسيا القارية، خلال فصل الشتاء، نحو 14 درجة مئوية، عنها في المناطق المشابهة لها في درجة العرض، إلاّ أنها غير قارية - يكوّن مرتفعاً جوياً هائلاً، يضاعف قوة الضغط الجوي، الذي يكون منخفضاً، في فصل الشتاء، فوق المحيطَين: الهادي والهندي؛ ما يجعل الرياح تهب من منطقة الضغط المرتفع نحو تلك المنخفضة الضغط. وتكون تلك الرياح قوية، جافة، شديدة البرودة. ويبدأ هبوبها على جنوب شرقي آسيا منذ أكتوبر وحتى مارس. بعد ذلك، يأخذ الضغط الجوي المرتفع فوق أواسط آسيا بالانحسار، كلما اقتربت أشهر الصيف؛ ما يضعف الرياح الباردة، ويحدث تغيراً في اتجاهها.

أمّا في فصل الصيف، في نصف الكرة الشمالي، فتتعامد أشعة الشمس والعروض المدارية، وترتفع درجة الحرارة ارتفاعاً كبيراً، في داخل القارة الآسيوية، بمعدل 9 درجات مئوية، عنها في العروض المشابهة لها؛ ما يكوّن انخفاضاً جوياً عظيماً، يزيد عمقه على عمق نظيره الاستوائي. ويصاحب تكوُّن هذا المنخفض الجوي، في أواسط آسيا، وجود مرتفع جوي شبه مداري، فوق المحيطَين: الهندي والهادي؛ ما يجعل الرياح تهب من المرتفع الجوي فوقهما نحو المنخفض الجوي، في المناطق القارية. وتسفر الرياح الرطبة عن هطْل أمطار غزيرة، وبخاصة حيثما تعترضها الجبال المرتفعة، مثل سلسلة جبال الهملايا، في جنوب شرقي آسيا.

المناخ في الأقاليم الصحراوية

يتميز مناخ الأقاليم الصحراوية بضعف كمية الأمطار المتساقطة. ومما ساعد على ذلك عدم وجود تضاريس حقيقية ، وهبوب رياح الأليزي بموازاة مع الساحل بالإضافة إلى استقرار الدورة الهوائية ، وعموما فمناخ الأقاليم الصحراوية يعتبر من ألطف وأرحب الصحاري الأفريقية ، فمناخها جاف ، حار أثناء النهار ، وبارد في السماء ، ويتغير حسب الدرجات والقرب أو البعد من المحيط الأطلسي.

فالحرارة تتصاعد وترتفع كلما اتجهنا نحو الشرق ، والأيام المشمسة كثيرة على مدار السنة ، بحيث تصل بسهولة إلى **3000** ساعة في السنة. أما درجات الحرارة المتوسطة، المسجلة في هذه الجهة ، فتتغير حسب الفصول. ففي الشتاء، تتراوح درجة الحرارة المتوسطة ما بين**10** و**11** درجة أما في الصيف فتبلغ **47** درجة.

وبالنسبة للأمطار، فإنها تتأثر بالتقلبات الجوية للمحيط الأطلسي. وهي نادرة جدا ولا تتجاوز **60** ملم في السنة. كما أن التساقطات لا تستمر إلا مدة قصيرة. وهي غير منتظمة وعنيفة وعاصفية .

فالجهة الوسطى مثلا تتلقى **11** ملم سنويا في حين أن مدينة العيون تصل بها التساقطات إلى **40** ملم كل سنة ومع ذلك يلاحظ في السنين الأخيرة تساقط كميات مهمة من الأمطار أعطت الحياة للأرض والأمل للفلاحين ولمربي الماشية الذين اغتنموا هذه الفرصة المباركة لتوسيع مجال نشاطهم ويظهر تأثير البحر جليا في الرطوبة النسبية التي يعرفها الجو حيث يكثر الضباب ، ففي طرفاية يدوم الندى **24** يوما في السنة وفي الداخلة يدوم **33** يوما في حين لا يتعدى يومان في السمارة وتؤثر الرطوبة بصورة مباشرة على الحرارة، فكلما ابتعدنا عن الساحل يرتفع المدى الحراري السنوي ففي حين يبلغ **16** على الساحل نجده في السمارة يبلغ **24** وعلى حافة البحر تتراوح الحرارة بين **12** كمعدل لشهر يناير و **28** كمعدل لشهر يوليوز وفي الداخل تتراوح بين **6** إلى **8** و **32** درجة ورغم موقعها في نفس خط الصحراء الوسطى الشديدة الجفاف فان الصحراء المغربية يمتاز ساحلها الصحراوي بمناخ الطف

أما الاختلافات بين الفصول فيحددها نسبة الإشعاع اليومي التي تتراوح بين **4.5** كوط في فصل الشتاء و**7** كوط في فصل الصيف.

وعلى مستوى المياه. تعتبر هذه الجهة جافة، ولا توجد بها مجاري مائية دائمة التدفق، باستثناء فيضانات دورية للأودية مثل الخط، اساغ، لكرع، شلووا، الفايض،

عويليتيس، وبالخصوص واد الساقية الحمراء، الذي شيد عليه سنة **1995**، سد الساقية الحمراء، من اجل اختزان مياه الفيضانات. وتصل سعته إلى **110.000.000** م**3** وعلوه إلى **15**م. فاللجوء إلى الموارد الجوفية يعد ممارسة قديمة بالمناطق الجافة، فهي نقط التقاط مربي الماشية والرحل فيما بينهم حول الآبار.

إن ندرة المياه العذبة في هذه الأوساط الجافة تشهد لصالح اقتصادها، الذي يمر أيضا عبر محاربة التبذير ،بما أن الماء هو مورد وغير قابل للتجدد. ورغم الجهود المبذولة من طرف الدولة، فأن الماء يزداد ندرة، كلما تطورت الساكنة والتعمير والصناعة والفلاحة بطريقة عشوائية. وهو الشيء الذي سيؤدي، في المستقبل القريب إلى نقص خطير، سيتضح عندما تتجاوز الحاجيات الاحتياطات المحدودة للجهة. وسيصبح الماء في المدى القصير، مشكلا مقلقا بشكل دائم في هذه المنطقة الجافة. إن هذه الفرشات المائية الأكثر تعرضا للاستغلال في هذه الجهة تعد على الأصابع. كما أن أغلبها شديد الملوحة، بنسب تتراوح ما بين **2**غ/ ل و**9**غ/ل. وتشكل هذه الفرشات المائية أهمية كبرى بالنسبة للموارد للجهة ككل. كما أن إمكانية هذا المورد موزعة على **9** فرشات مائية. وتتراوح جودة المياه نسبيا من فرشة إلى أخرى، ولكن فرشة فم الواد هي الفرشة الواحدة ذات المياه العذبة المتواجدة في الجهة .

إن هذه الفرشة التي تستغل للسقي ولتزويد مدينة العيون بالماء الصالح للشرب، قد ظهرت قرب مصب واد الساقية الحمراء، وتحت التلال الرملية. وتغطي مساحة قدرها **90**كلم^2، وتتغذى هذه الفرشة عبر واد الساقية الحمراء، الذي يصرف كل خمس سنوات حجما مهما من مياه الفيضانات.

أما فيما يخص الفرشة العميقة، فهي تغطي الجزء الغربي من الأقاليم الصحراوية)العيون، بوجدور ،الداخلة الخ...(على مساحة تقدر ب**90.000** كلم^2 و تستغل في جماعات الحكونية الدشيرة و بوكراع عن طريق التنقيب. و يتراوح عمقها ما بين **500** و **750**م. وتصل ملوحة الماء المستخرج منها إلى **2.6** غ/ل

الحياة البرية بالصحراء

الحيوانات الصحراوية لا غنى لها عن الماء.ويعني هذا بالضرورة أنها في حاجة إلى شرب الماء ، فالكثير منها يحصل الرطوبة اللازمة له في طعامه والحيوانات الصحراوية مكيفة لمجابهة ندرة الماء في الصحاري . فهي جميعها تحتفظ بالقدر الأقصى منه في أجسادها . وهي مهيأة في غالبيتها بطبقة تمنع التبخر ، كما في الحشرات والعنكبوتيات . كذلك فإن جلود الأفاعي والعظايا الثخينة الحرشفية تساعدها في الاحتفاظ برطوبتها لكن الوسيلة الأنجع في تجنب فقد الرطوبة تبقى في عدم التعرض للشمس . وهكذا فإن الكثير من حيوانات الصحاري ليلي النشاط (فلا يظهر نهاراً) . وتتأقلم الحيوانات الصحراوية الصغيرة بتدبر بيئة مناخية مواتية ، كأن تختبئ تحت صخر أو تتحجر في وكر تنعم فيه بجوبة من الهواء البارد الرطب. واليربوع ، وهو من القوارض الصحراوية الصغيرة ، خير مثال على هذه الحيوانات . فهو يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز **33** درجة مئوية (وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير) . وهو إلى ذلك يسد جحره بسداد ترابي فيحفظ رطوبة ما يزفره من الهواء . أضف إلى ذلك أن الحبوب الجافة التي يختزنها اليربوع عادة في جحره تمتص الجزء الأكبر من هذه الرطوبة – وهو حين يأكلها يفيد أيضاً من ذلك الماء الذي امتصته، أما الجمل ، الذي يسمونه أحياناً سفينة الصحراء ، يستطيع السير أياماً عديدة دونما طعام ولا ماء . وإذا طالت نوبة الجفاف جداً فإن الجمل يستهلك الشحم المختزن في سنامه والجمل بطبيعته مهيأ للاحتفاظ بالرطوبة ، فهو لا يعرق إلا إذا تجاوزت درجة حرارة جسمه **41** درجة مئوية – أي تسع درجات فوق معدلها العادي .

وبالمقارنة ، فإن الإنسان يصبح في شديد الخطر إن ارتفعت درجة حرارته عن العادي بثلاث درجات فقط والطيور في الصحاري أقل معاناة من سواها ، فبمقدروها الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء وتستطيع الطيور الكبار كالبزاة والشواهين التنعم بجو بارد أثناء تحليقها عالياً ساعات في طبقات الهواء البارد فوق الصحراء . أما الطيور

الأصغر فتلجأ خلال الجزء الأشد حرارة من النهار إلى موقع ظليل بين الصخور . والقليل من طيور الصحاري كالبوم والسبد ليلي النشاط .

تعتبر الزواحف – الأفاعي والعظايا – من حيوانات الصحاري المألوفة . وجميعها من ذوات الدم البارد أي إن درجة حرارتها تتأثر بدرجة حرارة بيئتها . وعلى هذا فقد تزيد سخونة أجسادها عنها في أجسام ذوات الدم الحار . لكنها لن تعيش طويلاً أن زادت درجة حرارة الجسم فيها على **48** درجة مئوية في الصباح تصطلي الزواحف بحرارة الشمس لتنشط استعداداً للتصيد . وهي إذا احتدمت الشمس تستدري تحت صخرة أو تتحجر في الرمل ، فلا تخرج إ لا حوالي الغروب

إن درجة حرارة السطح في الصحاري ترتفع كثيراً خلال النهار حتى ليتعذر السير فوقه . لكن بعض الزواحف طورت أساليب سير تعبر بها السطح الحار دون أن تسفع أجسادها . فتستطيع عظاية الرمل السير على قائمتين ، رافعة الأخريين في الهواء مبادلة . كما إن بعض الأفاعي الصحراوية ، كالصل الأقرن ، يتلوى جانبياً في سيره كالسوط بحيث لا يمس السطح الساخن إلا وضعان من جسده فقط ولأن الصحراء بيئة قاسية فإن على كائنتها الحية – من نبات وحيوان – الكفاح من أجل البقاء .

فالحيوان الصحراوي لن يضيع فرصة للحصول على طعام ، وقد يكون من أهم أركان كفاح البقاء لديه أن يتجنب الوقوع فريسة لسواه فكل حيوان له فرائس أو نباتات مفضلة يغتذي بها – فالحشرة قد تأكل نباتاً وتكون هي بدورها طعاماً لحيوان من اللبونات الصغار . وهذا بدروه قد يكون غذاء للبون أعلى في السلسلة ، وهكذا والحيوانات في قمة السلسلة – كالعقبان والصقور – هي الآمن جانباً ، لأن الكواسر التي تهددها قليلة جداً . لكن حتى هذه الحيوانات تظل آمنة فقط ما دامت نشطة ومتعافية إن قدرة الحيوانات الصحراوية على الاختباء ضرورية لتفادي المفترسات في السلسلة الغذائية.

ولعل التمويه – أي محاكاة الحيوان ألوان البيئة من حوله – هو أفضل وسائل الاختباء في الصحراء. فليس غريباً والحالة هذه أنا نرى اللون الطبيعي لهذه الحيوانات هو لون الصحراء نفسه فقبرات الرمال مثلاً تتعذر رؤيتها بين رمال الصحراء وحجارتها . أما إذا انتقلت إحداها إلى منطقة صخرية سمراء فإن لونها الرملي يفضحها فتفترسها البزاة. فالطبيعة تختار للبقاء القبرات اللاتي يتواءم لونها مع لون البيئة.

الغطاء النباتي

في الصحراء يظهر بوضوح مدى تأثير المعطيات التضاريسية والمناخية على الأحياء النباتية والحيوانية، فالنباتات نادرة، حيث لا يعثر إلا على أشجار قليلة فعدد الأنواع النباتية في هذه المنطقة لا يتعدى بضع مئات، فهو ضئيل قياسا إلى المناطق المعتدلة، وابرز فصائل الأنواع المتوافرة بالصحراء تضم الطلح بإزهاره الصفر الذهبية العطرة، والسيال التمات - بالحسانية - ذو الأشواك الفضية الحادة، والسرح - ءاتيل بالحسانية - الذي يثمر عناقيد من الأزهار ذات اللون الوردي العطر الجميل والسدر وهو أحد الأشجار العربية الأصيلة، تنتج ثمرا يسمى النبق تأكله الحيوانات، ويتغذى المسافرون المتعبون منه.

وعلى العموم تحتاج النباتات في الصحراء إلى هطول حلقات متوالية من المطر لتحقيق دورتها الحياتية، والنبات يعيش على الماء الذي يمتصه ثم يختزنه. وحتما لتكون عملية الامتصاص والتخزين فعالة. يفترض ألا يأتي تساقط الأمطار أو سقوطها في فترات متقطعة ومتباعدة. ونظرا لانعدام الانتظامية الفعلية للأمطار، كلما اتجهنا نحو(الدواخل) الصحراوية، فان ظروف "البقاء" وشروطه خلال تلك الفرات الفاصلة بين الأمطار تصبح في منتهى الصعوبة، بالنسبة للأحياء عموما والأحياء النباتية خصوصا، ولان الأشجار والنباتات، ثابتة، لا تهاجر مثل الكائنات الأخرى بما فيها الإنسان، فإنها أي النباتات تعيش تحت رحمة الطبيعة تماما.غير أننا وبالرغم من هذا التعميم نجد تنوعا كبيرا بين الأنظمة المطرية أو بين "هطوليات "، "الدواخل " و"القلوب " والمركز

والشواطئ الأطلنطية والمتوسطية، كما نجد تباينا موازيا- ، وان يكن غير مماثل ولا حتى مشابه، في ردود أفعال النبات إزاء هذه الحالات المناخية.

فالملاحظ أن النباتات العشبية، خاصة من النجيليات، وهي تشكل جوهر المراعي، لا تتوافر إلا في الهوامش والأطراف، أو فوق الأماكن والمواقع المتناثرة بجوار أحواض الأودية، أو بالقرب من بعض التشكيلات الجبلية المتميزة (مثل كلته زمور في الصحراء المغربية) ، حيث يوجد نسبيا، ما يمكن أن نسرف في تصنيفه فنطلق عليه مجازا التوزيع الفصلي للأمطار. والملاحظة ذاتها صحيحة بخصوص شمال الصحراء لا سيما بجوار الحافات الجنوبية الشرقية والحافات الجنوبية لأسوار السلسلة الأطلسية. هناك في هذه الأجزاء التخومية ذات الطبيعة الانتقالية،

تكون فترات انقطاع الأمطار اقصر، وتكون الكميات المتهاطلة أوسع مردودية، لأنها تسقط أثناء الفصول الباردة، لتشكل فصلا ربيعيا حقيقيا و تنوعا نباتيا غنيا.

التضاريس بالأقاليم الصحراوية

تقع الأقاليم الصحراوية ما بين خطي العرض **20** و **28** درجة شمالا. ويبلغ طولها أكثر من **1000** كلم ، وعرضها يتراوح ما بين **300** و **500** كلم ، بمساحة قدرها **252120** كلم مربع وهي تشكل مجموعة من السهول والهضاب ذات انتظام تضاريسي كبير حيث تختلف عن الصحراء الشرقية التي تتوفر على تضاريس جبلية وتعتبر البنية التضاريسية للأقاليم الصحراوية بسيطة نسبيا .

إلا أن المساحة الحالية للأقاليم الصحراوية تجعلها جزءا أساسيا من المغرب العربي شمالا، ومن إفريقيا الغربية من جهة الجنوب. أما تضاريسيا فتتكون الصحراء المغربية ، أو" بلاد البيضان" ، كما يصطلح عليها ساكنتها ، من مجموعة من السهول والهضاب ذات انتظام تضاريسي كبير ، وهي بذلك تختلف عن الصحراء المغربية الشرقية ، التي تتميز بالتضاريس الجبلية. كما تعتبر البنية التضاريسية للأقاليم

الصحراوية بنية بسيطة نسبيا. ويمكن التمييز بين ثلاث مجموعات كبرى تتجه من الشمال نحو الجنوب وهي :

ظهر الركيبات : ويقع في الجهة الشرقية ويمتد من الكويرة إلى جنوب شرق السمارة وهو عبارة عن سهل مكون من أراضي تنتمي إلى عصر ما قبل الكمبري تراكمت عليها فتاتات صخرية، وتوجد شمال هذا السهل عدة هضبات تنتمي إلى الزمن الجيولوجي الأول وإلى الكريطاسي تغطيها إرسابات تنتمي إلى الزمن الجيولوجي الثالث وفي الغرب توجد هضاب الكعدة وفي بعض الأمكنة كونت مياه السيول الجارفة عدة أحواض مغلقة أو سبخات (سبخة ايجل مثلا).

الكعدة: وهي تمثل غالبية السهل الساحلي وتمتد نحو الشمال إلى حدود وادي درعه. كما تمتد جنوبا إلى خط العرض 23° وهي مكونة من هضاب كلسية ولا تسمح التضاريس والأمطار إلا بجريان محدود للأودية . في حين نجد وادي الساقية الحمراء يسيل كل سنة تقريبا وفي الجنوب يصبح الحريان نادرا .

السهل الساحلي: وهو مكون من إرسابات تنتمي الر الزمنين الجيولوجيين الثالث والرابع وتساعد عدة كثبان رملية معزولة وبعض المنخفضات المغلقة (سبخة الطاح) على تحطيم رتابة المشهد الطبيعي .

ويمثل الساحل المستقيم في مجموعه سلسلة متوالية من الشواطئ الصخرية التي يغلب عليها الحت، كما يتوفر على عدة بحيرات شاطئية معزولة بواسطة أشرطة ساحلية، تغطيها كثبان رملية متراصة مواجهة لرياح الايليزي التي تتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وتكثر الأمواج على طول الساحل، فيما عدا ساحلي الداخلة والعيون، لكن مع ذلك تبقى حركتي المد والجزر ضعيفة .

يتسم المناخ الصحراوي بالجفاف، الذي لا يرتبط بكمية أمطاره فقط، بل بدرجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرطوبة الجوية، ونوعية التربة كذلك. وعلى الرغم من أن

كثيراً من العلماء، يحددون المناخ الصحراوي بالمناطق، التي لا تزيد فيها كمية المطر السنوية على 250 مليمتراً، فإن منطقة التندرا، التي لا تزيد كميتها على ذلك، لا تُعَد منطقة صحراوية. وكذلك بعض المناطق، التي تناهز أمطارها السنوية 500 مليمتر تتسم بالجفاف، وعدم قدرتها على إنتاج أي محصول زراعي؛ لأنها تَفقد معظم الأمطار بالتبخر والجريان السطحي، لذا، فإنه لا يمكن تحديد المناخ الصحراوي، بالاعتماد على معدل المطر السنوي فقط، بل بمراعاة قِلّته أو زيادته على معدل التبخر والنتح الإمكاني السنوي كذلك؛ إضافة إلى فصل سقوط الأمطار. ومعدل التبخر والنتح الإمكاني، يعتمد اعتماداً أساسياً على كمية الأشعة الشمسية الساقطة، ودرجة الحرارة، ورطوبة الهواء، وسرعة الرياح؛ ولذلك، فهو، في المناطق الحارة، إبّان الصيف خاصة، أعلى منه في المناطق الباردة، ولاسيما في فصل الشتاء.

ومعظم المناخات النطاقية، تتراجع فاعلية المطر فيها، في غير اتجاه، لتتحول إلى مناخات صحراوية. فالمناخ المداري، تتراجع فاعلية المطر فيه، في اتجاه الشمال، في نصف الكرة الشمالي، وفي اتجاه الجنوب، في نصفها الجنوبي؛ ليصبح مناخاً صحراوياً. أمّا المناخ المعتدل الدافئ، فإنه يتحول إلى مناخ صحراوي، عند تجاوز حدود المناطق المتأثرة بالرياح الغربية، في الجزء الجنوبي منه، في نصف الكرة الشمالي، وفي الجزء الشمالي من النطاق نفسه، في نصفها الجنوبي. كما أن المناخ البارد، يتحول، تدريجاً، إلى مناخ صحراوي، بالاتجاه شرقاً من السواحل الغربية للقارات، حيث الرياح الغربية، قد فقدت معظم رطوبتها.

وتقسم الصحاري إلى نوعَين؛ بحسب درجة حرارة فصل الشتاء: صحارٍ حارة وأخرى باردة. فالأُولى هي تلك التي لا يقلّ متوسط حرارتها، في أبرد شهور السنة، عن ست درجات مئوية؛ والصحاري الباردة، هي ما قلّ متوسط حرارتها عن ذلك.

أولاً: الصحاري الحارة

تنشأ الصحاري، المدارية وشبه المدارية، أساساً، عن الضغوط الجوية المرتفعة، ذات الهواء الهابط. وتسهم في نشوئها، كذلك، التيارات المحيطية الباردة، قرب السواحل الغربية للقارات، في العروض المنخفضة. وتسود الصحاري الحارة بين خطّي العرض 15 و30 درجة، شمالاً وجنوباً، في نصفَي الكرة، الشمالي والجنوبي، على التوالي؛ فلا تصل، إذاً، إلى الأطراف الشرقية من القارات، التي تسودها مناخات مدارية موسمية؛ ولكنها تمتد، غرباً، إلى سواحلها المتأثرة بالتيارات المحيطية الباردة. وتنقسم الصحاري الحارة، وفقاً لمواقعها وعوامل نشوئها، إلى نوعَين، هما: الصحاري الحارة القارية، والصحاري الحارة الساحلية. ويتشابه هذان النوعان في قلة الأمطار، وهبوط فاعليتها؛ ويختلفان في فصليتها، ودرجة الحرارة، وعوامل المناخ الأخرى.

أ - الصحاري الحارة القارية

تسود الصحاري الحارة القارية عروض الضغوط المرتفعة المدارية، حيث الهواء هابط؛ ما يحُول دون التكاثف، ثم التساقط؛ وتقع في وسط القارات وغربيها، بعيداً عن الرياح الموسمية، التي تهب على غربي القارات، في تلك العروض. وهي تتسم بقِلة الأمطار السنوية وتذبذبها؛ إذ يبلغ تساقطها، في بعض السنوات، ضعف متوسطها السنوي؛ ولا يتجاوز، في سنوات أخرى، 25٪ منه. وتتسم الأمطار، في هذه الصحاري، بفجائيتها وغزارتها؛ إذ قد يتساقط أكثر من نصف الأمطار السنوية، في يوم واحد، بل في ساعات منه؛ ما قد يسبب سيولاً وفيضانات جارفة. ومصداق ذلك مدينة يوما، في صحراء أريزونا، في جنوب غربي الولايات المتحدة الأمريكية، والتي تلقت 280 مليمتراً من الأمطار، عام 1905؛ بينما لم تتلقَّ سوى 25 مليمتراً، عام 1899. أمّا محطة تامنراسيت، في الجزائر، الواقعة في الصحراء الكبرى، في شمالي القارة الإفريقية، فقد تلقت، في إحدى السنوات، نحو 160 مليمتراً؛ بينما لم تتلق سوى 6 مليمترات، في سنة أخرى.

والرطوبة النسبية للهواء منخفضة جداً، في الصحاري الحارة القارية؛ إذ تراوح بين 36٪، في فصل الشتاء، و25٪، في فصل الصيف؛ وقد تقِلّ عن 15٪، في بعض الأيام. وهي في الليل أعلى منها في النهار؛ نظراً إلى عملية التبريد، أثناء الليل، من خلال فقدان الأرض لحرارتها، الناجمة عن التسخين الحاد لأشعة الشمس شبه العمودية، أثناء النهار. ويزيد من حدة التسخين النهاري، والتبريد الليلي، أن السماء خالية من الغيوم؛ ما يسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى السطح، أثناء النهار؛ ويتيح للأشعة الطويلة المنبعثة منه، أثناء الليل، الخروج من الغلاف الجوي.

والمدى الحراري، السنوي (فرق في متوسط الحرارة بي أحر شهور السنة وأبردها)، واليومي (الفرق بين درجة الحرارة العظمى، أثناء النهار، ودرجتها الصغرى، أثناء الليل) ـ كبير جداً، في الصحاري الحارة القارية، حيث يراوح أوّلهما بين 11 و17 درجة مئوية؛ ويراوح الثاني بين 14 و25 درجة مئوية؛ بل قد يطاول، في بعض الحالات 40 درجة مئوية. وكثيراً ما تتعدى درجة الحرارة العظمى، أثناء فصل الصيف، في بعض مناطق الصحاري الحارة القارية، الخمسين درجة مئوية؛ بل بلغت 57 درجة مئوية، في وادي الموت، في جنوبي ولاية كاليفورنيا، في جنوب غربي الولايات المتحدة الأمريكية؛ و58 درجة مئوية، في الصحراء الكبرى، في ليبيا. أمّا درجة الحرارة الصغرى، فكثيراً ما تنخفض إلى ما دون الصفر المئوي، بل قد تهبط، أثناء الليل، في أبرد شهور السنة، إلى عشر درجات دونه.

ومن أهم الصحاري الحارة القارية: الصحراء الكبرى، والصحراء العربية، والصحراء الإيرانية، والصحراء الهندية، والصحراء الأسترالية، والصحراء الأمريكية، والصحراء الجنوب إفريقية، وصحراء القرن الإفريقي.

1- الصحراء الكبرى

الصحراء الكبرى Sahara Deset، هي أكبر صحاري العالم؛ إذ تغطي مساحة شاسعة من شمالي القارة الإفريقية، تمتد من المحيط الأطلسي، في الغرب، إلى

البحر الأحمر، في الشرق، يناهز طولها 5150 كيلومتراً (3200 ميل). كما تمتد من سواحل البحر الأبيض المتوسط، شمالاً، إلى حوض نهر النيجر، في الجنوب، ليناهز عرضها 1610 كيلومترات (ألف ميل). وتقدَّر هذه المساحة الشاسعة بنحو 906500 كيلومتر مربع (3.5 ملايين ميل مربع). وتضم المغرب، وموريتانيا، والصحراء الغربية، والجزائر، وتونس، وليبيا، وتشاد، ومصر، والأجزاء الشمالية من السودان، ومالي، والنيجر.

والمطر قليل جداً، في الصحراء الكبرى، حيث لا يزيد معدله السنوي على 5 سنتيمترات. ويزداد هذا المعدل قِلَّةً، في الأجزاء الداخلية، فلا يتجاوز، في القاهرة، ثلاثة سنتيمترات؛ بل هو دون ذلك، في الصحراء الليبية. أمّا في الأجزاء الساحلية، فقد يزيد على عشرة سنتيمترات. وتهطل الأمطار على الأجزاء الشمالية من الصحراء الكبرى، خلال فصل الشتاء، بسبب مرور المنخفضات الجوية الجبهية، الآتية من الغرب. أما أجزاؤها الجنوبية فتهطل أمطارها في فصل الصيف؛ نظراً إلى انتقال نطاق الأمطار الحملانية الاستوائية نحو الشمال.

2- الصحراء العربية

تشغل الصحراء العربية الجزء الجنوبي الشرقي من قارة آسيا، فتشمل شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية، الكويت، البحرين، قطر، الإمارات العربية المتحدة، سلطنة عُمان، الجمهورية العربية اليمنية)، والعراق، وسورية، ولبنان، والأردن وفلسطين .

وتَشحّ الأمطار في الصحراء العربية، لموقعها، الفلكي والجغرافي. فوقوعها، فلكياً، في النطاق شبه المداري، الذي يسوده نظام الضغط المرتفع، ذو الهواء العلوي الهابط - يحُول دون التكاثف والتساقط. ووقوعها، جغرافياً، في جنوب شرقي آسيا، القارة الرحيبة - يحرمها التأثيرات البحرية الموسمية. يَسُوْق الأمطار إليها، في أواخر الخريف، وفي فصل الشتاء، وأوائل الربيع، بعض المنخفضات الحركية، الآتية من الغرب، والتي

تجلب معها رطوبة، وتسبِّب عدم استقرار، ينجم عنه، في بعض الأحيان، تساقط. وتأثير المنخفضات الحركية، يكون واضحاً، في الأجزاء الشمالية من الصحراء العربية؛ ويتضاءل بالاتجاه نحو أجزائها الجنوبية، فيكاد يضمحل في المملكة العربية السعودية، واليمن، وعمان.

ب- الصحاري الحارة الساحلية

ما كان للصحاري الحارة الساحلية، أن تنشأ في العروض شبه المدارية، على السواحل الغربية للقارات، لولا التيارات المائية الباردة، مثل: تيار همبولدت البارد، في المحيط الهادي، بمحاذاة السواحل الغربية لبيرو، في أمريكا الجنوبية؛ وتيار بنغوليا البارد، في المحيط الأطلسي، بمحاذاة السواحل الغربية لجنوب إفريقيا؛ وتيار كناري البارد، في المحيط الأطلسي، على ساحل المغرب العربي؛ وتيار كاليفورنيا البارد، في المحيط الهادي، على سواحل ولاية كاليفورنيا، في غربي الولايات المتحدة الأمريكية؛ وتيار أستراليا البارد، على الساحل الغربي للقارة الأسترالية ، فالرياح، التي تهبّ تجاه السواحل، آتية من المحيط، تكون باردة؛ وما إن تصل إلى اليابسة حتى تعتريها السخونة، فتزداد قابليتها للرطوبة.

وتخالف الصحاري الحارة الساحلية عن نظيرتها القارية، في اعتدال درجة حرارتها، الناجمة عن التأثير المحيطي البارد؛ وفي صيفها الأكثر برودة، وشتائها الأكثر اعتدالاً؛ ما يخفض مداها الحراري السنوي تخفيضاً ملحوظاً. فالمتوسط الحراري السنوي، في مدينة كالاو **Callao**، في بيرو، في أمريكا الجنوبية، على ساحل المحيط الهادي - يناهز **19** درجة مئوية؛ ويقارب متوسط الحرارة، في أحر شهورها، **22** درجة مئوية؛ ويدنو متوسطها، في أبرد شهورها، من **17** درجة مئوية؛ ما يجعل مداها الحراري السنوي خمس درجات مئوية فقط. أمّا المدى الحراري اليومي، فهو منخفض، كذلك، مقارنة بنظيره في الصحاري القارية؛ إذ لا يزيد، في المناطق الساحلية، على **12** درجة مئوية، أيّ نحو نصف المدى الحراري في المناطق الداخلية.

وتتميز الصحاري الحارة الساحلية عن صنوها القارية، بضبابها، والارتفاع النسبي لرطوبة هوائها. ففي الصباح، تكون الرطوبة النسبية للهواء عالية جداً، فوق مستوى التشبع ببخار الماء (100٪)، ما يسبب الضباب الكثيف. وبعد منتصف اليوم، تبدأ الحرارة ترتفع، والضباب ينقشع؛ وتنخفض الرطوبة النسبية إلى نحو 75٪.

أمّا كميات الأمطار السنوية ونظام سقوطها على الصحاري الحارة الساحلية وتلك القارية، فلا يختلفان كثيراً؛ إذ يبلغ متوسط المطر السنوي، في السواحل الغربية لبيرو، 25 مليمتراً فقط؛ ويناهز في سواحل جنوب غربي إفريقيا، 16 مليمتراً. ويتصف مطر الصحاري الساحلية بعدم الانتظام، سواء في توزُّعه الفعلي، وفي كميته السنوية؛ إذ قد يهطل معظم أمطار السنة، في يوم واحد فقط؛ كما قد ينهمر، في بعض السنوات، أضعاف المتوسط السنوي؛ وربما لا يتساقط، في سنوات أخرى، سوى بضعة مليمترات.

ثانياً: الصحاري الباردة

ساعدت الضغوط الفصلية المرتفعة على نشوء الصحاري الباردة، في العروض المتوسطة، في قلب القارات الكبرى، بعيداً عن التأثيرات البحرية؛ ويبرز ذلك جلياً في القارة الآسيوية ، ولم يَحُل تشابُه الصحاري، الباردة والحارة، في قِلة الأمطار وعدم إمكانية الاعتماد عليها في الزراعة؛ دون اختلافهما في قساوة فصل الشتاء، والمدى الحراري السنوي الكبير. ففي مدينة طشقند، في صحراء وسط آسيا، على خط العرض 41 درجة، شمالاً، يبلغ متوسط الحرارة، في يوليه، 32.8 درجة مئوية؛ وينخفض، في يناير، إلى درجتَين دون الصفر المئوي.

إقليم المناخ البارد

يمتد نطاقه بين خطّي العرض 50 و55 درجة شمالاً في نصف الكرة الشمالي، وخطّي العرض 50 و65 درجة جنوباً في نصفها الجنوبي، حيث تزداد مساحة المسطحات المائية. تحدّه، من ناحية القطبَين، منطقة التندرا؛ ومن ناحية خط الاستواء، نطاق المناخ

المعتدل البارد. والمدى السنوي لدرجة الحرارة، في هذا الإقليم المناخي، أكبر منه في أيٍّ من المناخات الأخرى.

ومتوسط الحرارة، أحر شهور السنة، في هذا الإقليم، لا يقل عن عشر درجات مئوية، ولا يزيد متوسطها الشهري، لستة أشهر، على ست درجات مئوية. ويمثل خط الحرارة عشر درجات مئوية، في أحر شهور السنة، حد نموّ الأشجار وانتشارها، حيث تسود الغابات الصنوبرية، إلى جنوبه، وحشائش التندرا، إلى شماله، في نصف الكرة الشمالي، والعكس صحيح في نصفها الجنوبي. ولا يبدأ نموّ معظم النباتات ونشاطها، إلاّ حينما تبلغ درجة الحرارة الشهرية ست درجات مئوية، والتي تعرف بصفر النمو النباتي.

ولا يتأثر نطاق المناخ البارد بالرياح الغربية تأثُّر إقليم المناخ المعتدل البارد بها، ولذلك تتشابه الخصائص المناخية، في كلٍّ من أجزاء الأول الساحلية، ومناطق الثاني البحرية. وبالابتعاد عن السواحل، تبدأ صفة القارية بالازدياد، حيث يرتفع المدى الحراري، السنوي واليومي؛ وتقلّ كمية الأمطار السنوية؛ وتتركز النهاية القصوى للأمطار في فصل الصيف، بدلاً من الشتاء، في الأجزاء الساحلية.

ويشغل المناخ البارد، في نصف الكرة الشمالي، الجزء الأكبر من مساحة شبه جزيرة إسكندنافيا (النرويج والسويد)، في أوروبا، وشمالي روسيا في آسيا، وشمالي أمريكا الشمالية، من ألاسكا الأمريكية في الغرب إلى خليج هدسون في شرقي كندا. ولا يظهر، في نصف الكرة الجنوبي، ظهوراً واضحاً، إلاّ في أجزاء قليلة، في الطرف الجنوبي من أمريكا الجنوبية.

وينقسم المناخ البارد إلى ثلاثة أقاليم مناخية فرعية، هي: إقليم المناخ البارد، في السواحل الغربية للقارات؛ وإقليم المناخ البارد القاري، في وسطها؛ وإقليم المناخ البارد الموسمي، في السواحل الشرقية لقارة آسيا.

أولاً: إقليم المناخ البارد، في السواحل الغربية

يتمثل هذا الإقليم المناخي تمثلاً واضحاً في المناطق الساحلية من النرويج، المطلة على المحيط الأطلسي؛ والأجزاء الساحلية من ولاية ألاسكا الأمريكية وغربي كندا، المشرفة على المحيط الهادي.

أ- الحرارة

يتميز المناخ البارد، في السواحل الغربية للقارات، بشتاء معتدل، مقارنة بشتاء الإقليم المناخي نفسه، في المناطق القارية؛ وذلك راجع إلى تأثير التيارات المحيطية الدافئة، الآتية من المناطق الاستوائية، والتي تخفف من حدّة برودة ذلك الفصل، كما هو واضح في السواحل النرويجية الخالية من الجليد، طوال العام؛ على وقوعها شمال الدائرة القطبية؛ ولذلك لا تتوقف الملاحة فيها، في أيٍّ من شهور السنة.

إلاّ أن ظاهرة الدفء النسبي، تنحصر في شريط ساحلي ضيق، سرعان ما تضمحل بالابتعاد قليلاً عن التأثير البحري؛ إن الحرارة في رؤوس الخلجان، يراوح انخفاضها بين درجتَين و5 درجات مئوية، عنها في مداخل الخلجان نفسها؛ ما يجمد الماء في تلك الرؤوس، ويبقيه سائلاً في المداخل الأنفة. وفي هذا الإقليم المناخي، تتأخر نهايتا الحرارة: الصغرى والعظمى فتنخفض في يناير، وأغسطس.

ويقلّ متوسط الحرارة، في يوليه، عن 15.6 درجة مئوية، في الأجزاء الجنوبية من هذا الإقليم البارد البحري؛ ويقلّ نحو عشر درجات مئوية، في الأجزاء الشمالية. وعلى الرغم من أن هذه الحرارة، لا تكفي لنضج الكثير من المحاصيل الزراعية، إلاّ أن طول أيام الصيف، يعوض عن ذلك؛ ففي المناطق الشمالية، تطلع الشمس، ولا تختفي خلف الأفق، في الفترة الممتدة بين 12 مايو و19 يوليه.

ب- الأمطار

تكاد أمطار المناخ البارد، في السواحل الغربية للقارات، تتوزَّع على جميع شهور السنة؛ إلاّ أنها تزداد في الخريف والشتاء، بسبب ازدياد نشاط المنخفضات الجوية، في هذيَن الفصلَين. كما أن الرياح الغربية، التي تمر فوق التيارات البحرية الدافئة، في المحيطَين: الأطلسي والهادي تشكل مصدراً آخر للأمطار في هذا الإقليم، كميتها وفصليتها، في بعض أجزائه. وتساعد برودة فصل الشتاء على تساقط الأمطار ثلوجاً، تتراكم على الجبال والمنحدرات، ليبدأ ذوبانها في فصلَي الربيع والصيف.

ثانياً: إقليم المناخ البارد القاري

يتمثل هذا النوع القاري، من المناخ البارد، في المناطق البعيدة عن التأثيرات البحرية، مثل: شمالي كندا، وشمالي أوراسيا، وخاصة في سيبيريا. أمّا في نصف الكرة الجنوبي، حيث تنحسر اليابسة انحساراً كبيراً عند هذه العروض، فلا وجود لهذا النوع القاري من المناخ البارد.

أ- الحرارة

يكون الشتاء، في الأقاليم القارية من المناخ البارد، بارداً وطويلاً، وينجم عن البرودة الشديدة تكوُّن ضغط مرتفع على المناطق القارية، يحول دون توغل المؤثرات البحرية في الداخل. أمّا الصيف، في تلك الأقاليم القارية، فيكون قصيراً؛ ما يجعل التطرف الحراري السنوي كبيراً جداً. ويكون التطرف الحراري، في أوراسيا، أشد منه في كندا؛ لاتساع الأُولى، وضيق الثانية نسبياً. ويزداد التطرف الحراري بازدياد الإيغال في اليابسة؛ وتوضح ذلك مقارنة درجة الحرارة، في شهر يناير، في عدة أماكن تكاد تقع كلها على خط عرض واحد. وهي تزداد لابتعادها عن التأثير البحري، فمتوسط الحرارة، في يناير في مدينة برغن، درجة مئوية واحدة ونصف الدرجة، وفي أوسلو **4.5** درجات مئوية تحت الصفر، وفي هلسنكي **7** درجات مئوية تحت الصفر، وفي

لينينجراد 9.5 درجات تحت الصفر المئوي، وفي توبولسك 19 درجة مئوية تحت الصفر، وأخيراً في أولكمنسك، الأبعد عن التأثيرات البحرية، 32 درجة مئوية تحت الصفر.

أمّا فصل الصيف، القصير، فهو دافئ؛ إذ متوسط الحرارة، في توبولسك، 15 درجة مئوية، في يونيه، و18 درجة مئوية، في يوليه؛ وقد تفوق درجة الحرارة العظمى 33 درجة مئوية. ويكون النهار طويلاً جداً، في فصل الصيف،؛ إذ يناهز طوله، في شهر يونيه، 17.3 ساعة، عند درجة العرض 55 شمالاً؛ و18.8 ساعة، عند درجة العرض 60 شمالاً؛ و23.1 ساعة، عند درجة العرض 65 شمالاً. وتكون الشمس قريبة من الأفق، حتى إن ميلها لا يتجاوز 18 درجة.

ب - التساقط

يتساقط معظم الأمطار، في الأقاليم القارية من المناخ البارد، إبّان فصل الصيف؛ ولكن فصل الشتاء، ليس جافاً تماماً. ويرجع ذلك إلى عوامل عدة، أهمها:

1- انخفاض الرطوبة النوعية، أو كمية بخار الماء الموجود في الهواء، انخفاضاً كبيراً، في المناطق القارية، في فصل الشتاء؛ بينما تبلغ ذروتها في فصل الصيف الدافئ نسبياً.

2- هبوط الهواء، في فصل الشتاء، بسبب سيطرة الضغوط الجوية المرتفعة. يُحْدِث انقلاباً حرارياً، يزيد حالة الثبات في الكتل الهوائية، فيحول دون آليات التساقط.

3- عجز المنخفضات الجوية عن التغلغل في الأقاليم القارية، خلال فصل الشتاء، بسبب سيطرة الضغوط الجوية القارية المرتفعة.

4- تقلُّب حالة الهواء، الذي يعلو السطح مباشرة، في أشهر الصيف الحارة نسبياً؛ ما يتسبب بتساقط أمطار من النوع الحملاني؛ بينما يحدث العكس تماماً، خلال فصل الشتاء.

ويندر أن تزيد كمية التساقط السنوي، في الأقاليم القارية من المناخ البارد، على 75 سنتيمتراً؛ بل تَقِلّ في معظم الجهات عن 50 سنتيمتراً. وتتناقص كلّما اتجهت نحو الشرق، بسبب تناقص المطر، الجبهي والإعصاري والتضاريسي، على الرغم من تزايد المطر الحملاني ، توزُّع الأمطار السنوية على فصول السنة، في أماكن مختارة من تلك الأقاليم.

المناخ المعتدل

يتميز المناخ المعتدل **Temperate Climate** بالاعتدال الحراري. وهو نطاق محدود من ناحية القطبَين (الناحية الجنوبية في نصف الكرة الجنوبي، والناحية الشمالية في نصفها الشمالي) بالمناطق التي لا تنخفض درجة حرارتها عن ست درجات مئوية، مدة تزيد على ستة أشهر في السنة. وهو محدود، من ناحية خط الاستواء (ناحية الجنوب في نصف الكرة الشمالي، وناحية الشمال في نصفها الجنوبي) بنطاق المناخ المداري ، ينحصر، إذاً، إقليم المناخ المعتدل بين خطَّي الحرارة المتساويَين: 18 درجة مئوية نحو خط الاستواء، وثلاث درجات مئوية تحت الصفر نحو القطب، لأبرد شهور السنة.

وتتسم الأحوال الجوية في نطاق المناخ المعتدل، بالاضطراب، وعدم الاستقرار؛ بسبب التقاء الكتل الهوائية المختلفة، وانتشار الضغوط والرياح، والتداخل الملحوظ بين المسطحات المائية واليابسة. ويكون التمايز الفصلي لكلٍّ من الضغط والرياح، والأمطار، ودرجة الحرارة، أكثر وضوحاً، في أجزائه القريبة من خط الاستواء، والمتاخمة لنطاق المناخ المداري. فحركة الشمس الظاهرة، التي يصحبها تنقّل الضغوط الجوية الكبرى، تؤثر تأثيراً شديداً في هذا الجزء من الإقليم، فيسوده الضغط المداري

المرتفع، برياحه التجارية، في فصل الصيف، والرياح الغربية، المصحوبة بالاضطرابات الجوية، في فصل الشتاء. كما أن أجزاء نطاق المناخ المعتدل، المجاورة للنطاق المداري (الجزء الجنوبي من نطاق المناخ المعتدل في نصف الكرة الشمالي، والجزء الشمالي من نطاق المناخ المعتدل من نصف الكرة الجنوبي) لا تنخفض فيها درجة الحرارة، خلال فصل الشتاء، انخفاضاً كبيراً؛ فلا تحول دون نمو النبات. أمّا أجزاؤه المتاخمة للمناطق القطبية، فتنخفض فيها درجة الحرارة في الفصل نفسه، انخفاضاً كبيراً، يحول دون ذلك النمو، في هذا الموسم. ويقسم المناخ المعتدل، بحسب درجة الحرارة في فصل الشتاء، إلى إقليمَين مناخيَّين فرعيَّين، هما: إقليم المناخ المعتدل الدافئ، وإقليم المناخ المعتدل البارد.

أولاً: إقليم المناخ المعتدل الدافئ

يتميز المناخ المعتدل الدافئ بفصل شتاء قصير، لا يقلّ فيه متوسط الحرارة في أبرد شهور السنة عن ست درجات مئوية؛ وينحصر في النطاق الواقع بين درجتَي العرض **25** و**40**، شمالاً وجنوباً، في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي.

يستمد الإقليم المعتدل الدافئ تأثراته الصيفية من جهة الشرق، والشتوية من جهة الغرب. ولذلك، يكون فصل الصيف جافاً، في الأطراف الغربية للقارات، وبحرياً في حافاتها الشرقية. أمّا في فصل الشتاء، الذي تكون فيه الدورة الهوائية الغربية أقلّ استقراراً من الدورة الهوائية الشرقية في فصل الصيف، فإن الظروف القارية الجافة، تكون أقل وضوحاً، في الحافات الشرقية للقارات. واستطراداً، فإن مناطق هذا الإقليم، الواقعة في شرقي القارات، تكون مطيرة في فصل الصيف، وشبه جافة في فصل الشتاء؛ بينما تكون أجزاؤه الواقعة في غربي القارات جافة في الفصل الأول، ومطيرة في الثاني.

أ- المناخ المعتدل الدافئ، في السواحل الغربية للقارات

يُعرف المناخ المعتدل الدافئ، في السواحل الغربية للقارات، بمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط. ويَعُمّ ذلك الحوض، والساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية في ولاية كاليفورنيا، والساحل الجنوبي الغربي لأستراليا، والأجزاء الجنوبية من القارة الإفريقية، والسواحل الغربية لأمريكا الجنوبية في شيلي. ويتميز هذا الإقليم بالجفاف وارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف، والأمطار الغزيرة والبرودة النسبية في فصل الشتاء، مع اختلافات طفيفة بين المواقع المختلفة، داخل هذا الإقليم الفرعي؛ إذ كلما اقتربت من خط الاستواء، قلّت كمية المطر الشتوي، وتأخر بدء موسمه، وتقدم أوان انتهائه.

ويراوح متوسط الحرارة في أبرد شهور السنة، في أقاليم المناخ المعتدل الدافئ، في غربي القارات، بين 6 و10 درجات مئوية؛ أمّا في أحرّها، فيراوح بين 21 و28 درجة مئوية. ويكون المدى الحراري في السواحل قليلاً؛ ولكنه يزداد بالابتعاد عنها، حيث تضعف التأثيرات البحرية. ويكون التأثير البحري أكثر وضوحاً في سواحل المحيطات، التي تتميز بصيف منخفض الحرارة؛ بسبب التيارات المائية المحيطية الباردة، المتجهة نحو خط الاستواء، والتي تقترب من السواحل الغربية للقارات، في هذه العروض.

تتمخض المنخفضات الجوية، وانتقال نطاق الرياح الغربية نحو خط الاستواء، في فصل الشتاء بأمطار هذا الإقليم الشتوية. وينهمر أكثر أمطاره السنوية على السفوح الغربية لسلاسله الجبلية، التي تواجه الرياح الغربية الرطبة، المتصاعدة إلى حيث تبرُد وتتكاثف، فتتساقط مطراً تضاريسياً. أمّا في المناطق غير الجبلية، فإن الأمطار تكون أمطاراً إعصارية.

ويستأثر فصل الشتاء، وشهر يناير خاصة، بأمطار هذا الإقليم المناخي، والتي تراوح كميتها السنوية بين 400 و900 مليمتر، وقد تفوق 1500 مليمتر، على الشواطئ

الغربية، ذات السلاسل الجبلية. وهي تتناقص كلما ابتعدت، شرقاً، عن المسطحات المائية، وجنوباً عن مجال تأثيرات المنخفضات الجوية .

ب- المناخ المعتدل الدافئ على السواحل الشرقية للقارات

تختلف، في هذا المناخ، السواحل الشرقية والغربية للقارات، في كمية المطر وتوزُّعه. فالرياح التجارية، التي تسبب الجفاف، خلال فصل الصيف، في غربي القارات، تُعَد رياحاً مطيرة، في شرقيها. والرياح الإعصارية، الغربية التي تجلب الأمطار لهذا الإقليم، في غربي القارات، تكون قارية جافة على سواحلها الشرقية. ولذلك، تفتقر السواحل الشرقية، تشاءاً، إلى الأمطارن التي تستأثر بها نظيرتها الغربية؛ ولكنها تستعيض بصيفها المطير الذي يكون جافاً في السواحل الغربية. فأمطار السواحل الشرقية، تتوزَّع، إذاً، على شهور السنة؛ بينما تتحصر أمطار تلك الغربية في أشهر الشتاء.

وشتاء هذا الإقليم معتدل الحرارة، التي يناهز متوسطها عشر درجات مئوية. وصيفه حار، ورطب، نتيجة لهبوب الرياح الجنوبية الشرقية المدارية البحرية؛ إذ تكاد ترتفع إبّانه الحرارة، يومياً، لتفوق 33 درجة مئوية. أمّا متوسط الحرارة، في فصل الخريف، فيراوح بين 15 و25 درجة مئوية؛ وفي فصل الربيع، يراوح بين 10 درجات و20 درجة .

ثانياً: إقليم المناخ المعتدل البارد

هو نطاق من المناخ المعتدل، شتاؤه بارد طويل، يمنع نمو النبات، ويعوق النشاط الزراعي، ويفصل بينه وبين الإقليم المعتدل الدافئ خط الحرارة، البالغ ست درجات مئوية، في أبرد شهور السنة.

أ- الضغط الجوي والرياح

تكون الرياح الغربية، السائدة في الإقليم المعتدل البارد، مستقرة في طبقات الجو العليا؛ ولكنها مضطربة، قرب سطح الأرض؛ بسبب مرور المنخفضات وأضدادها،

والتغيرات الفصلية في نُظُم الضغط القارية. ففي فصل الشتاء، ينشأ، في نصف الكرة الشمالي، ضغوط مرتفعة قارية، في أواسط القارات، وضغوط منخفضة على المحيطات. ينشأ عنها نُظُم من الرياح، يميل اتجاهها إلى الجنوب الغربي، على طول الحافات الغربية للقارات؛ وإلى الشمال الغربي، على نظيراتها الشرقية. أمّا أواسط القارات، فتكون تحت سيطرة الضغوط المرتفعة.

وفي فصل الصيف، تسيطر على أواسط القارات منخفضات قارية كبيرة؛ وتكاد بينما تختفي المنخفضات المحيطية تقريباً. ولذلك، يكون الاتجاه الرئيسي للرياح غربياً، على الأجزاء الغربية للقارات، وجنوبياً غربياً على الأجزاء الشرقية.

ب- الحرارة

تتباين درجات الحرارة في أجزاء المناخ المعتدل البارد. ويسهم القرب من البحار والمحيطات والبعد عنها، بدور كبير في ذلك؛ إذ يزداد التطرف الحراري، بازدياد الابتعاد عن السواحل، والتوغل في اليابسة؛ حيث يهبط المتوسط الشهري للحرارة، في بعض أشهر الشتاء، إلى **14** درجة مئوية تحت الصفر، ويفوق **27** درجة مئوية في بعض أشهر الصيف. وتناهز الحرارة العظمى، في هذه المناطق الداخلية، **49** درجة مئوية، في فصل الصيف؛ وتنخفض نقيضتها الصغرى إلى أقلّ من **23** درجة مئوية تحت الصفر. وتبلغ الحرارة نهايتَيها: العظمى والصغرى في يوليه ويناير.

أمّا في المناطق الساحلية، من الإقليم المعتدل البارد، فإن المدى الحراري السنوي، لا يتعدى ثماني درجات مئوية؛ ويندر الصقيع، وتجاوز متوسط الحرارة، في أحر الأشهر، **24** درجة مئوية. وتتأخر النهايتان: العظمى والصغرى، في المناطق الساحلية، عن نظيرتيهما في المناطق القارية من الإقليم نفسه؛ إذ تواطئان في أغسطس وفبراير. كما يكون فصل الخريف، دائماً، أحر من فصل الربيع، في الأقاليم الساحلية.

ج- الأمطار

تَغْزُر الأمطار على السواحل الغربية للقارات، في هذا الإقليم المناخي؛ وتتناقص كلما اتجهت نحو الشرق؛ إذ إن الرياح، التي جلبتها، هي رياح غربية . وتزداد غزارة، إنْ واجهت تلك الرياح سلاسل جبلية، قرب السواحل، فتراوح كميتها السنوية بين 200 سنتيمتر و250 سنتيمتراً، بل قد تصل إلى 500 سنتيمتر في بعض الأماكن، مثل: مدينة هوكتيكا في جزيرة نيوزيلاندا، ومدينة باهيافيلكس في شيلي في غربي أمريكا اللاتينية؛ وكلتاهما تقع في نصف الكرة الجنوبي، حيث الرياح الغربية أشد قوة، والمسطحات المائية أكبر اتساعاً.

أمّا المناطق الواقعة على السواحل الشرقية للقارات، من هذا الإقليم المناخي، فإن هناك مصدراً آخر للأمطار، هو المصدر الموسمي، في فصل الصيف، كما هو الحال في شمال شرقي الصين، واليابان.

وتتساقط الثلوج، كلّ عام، في جميع أرجاء الإقليم المعتدل البارد سواء في المناطق الساحلية أو الداخلية، أو الأجزاء الجنوبية أو الشمالية؛ إلاّ أن الغطاء الثلجي لا يبقى طويلاً، إلا في المناطق الداخلية القارية. وتقلّ فترة تساقطه في الجنوب والغرب، فتبلغ مثلاً، 47 يوماً في وارسو في بولندا، و24 يوماً في برلين في ألمانيا، و14 يوماً في باريس في فرنسا، وثلاثة أيام في جزيرة سيلي.

المناخ القطبي:

يتمثل المناخ القطبي في مناطق المناخ البارد، المتاخمة للقطبَين ، ويشكل خط الحرارة، المتساوي عشر درجات مئوية، في أحر شهور السنة، الحدود الجنوبية لهذا الإقليم في نصف الكرة الشمالي، والحدود الشمالية في نصفها الجنوبي. يماشي ذلك الخط، إلى حدّ كبير، درجة العرض 50 جنوباً، في نصف الكرة الجنوبي، حيث يكون في عرض المحيط، بعيداً عن القارات؛ باستثناء قارة أمريكا الجنوبية التي يمر بطرفها

الجنوبي. أمّا في نصف الكرة الشمالي، فيكثر تعرُّجه جنوباً وشمالاً، من درجة العرض 60 شمالاً.

ولا ترتفع درجة الحرارة عن الصفر المئوي، في أجزاء كثيرة من المناخ القطبي، مثل: القارة القطبية الجنوبية (إنتاركتيكا)، وأواسط جزيرة جرينلدا، والقطب الشمالي. إلاّ أن أجزاء منه، ترتفع فيها درجة حرارة الأشهر الحارة إلى ما فوق الصفر المئوي، ولاسيما المناطق الساحلية الغربية، القريبة من التأثيرات البحرية، مثل: جزيرة فرانجل، والمناطق الساحلية من جزيرة جرينلدا، وأوراسيا القطبية. وقلّما تتساقط الأمطار، في المناخ القطبي، إذ تقتصر على بعض أماكنه، حيث تراوح كميتها بين 20 و30 سنتيمتراً؛ بيد أن الثلوج، تتساقط على معظم أجزائه؛ إضافة إلى اتسام بعض الشهور بالجفاف النسبي. ولذلك، يقسم المناخ القطبي إلى إقليمَين ثانويَّين يفصل بينهما خط الحرارة، البالغ صفر درجة مئوية، في أحر شهور السنة، وهما: إقليم مناخ التندرا، وإقليم مناخ الصقيع الدائم.

ويتمثل مناخ التندرا في مناطق المناخ القطبي الساحلية، حيث الصيف قصير، ترتفع فيه درجة الحرارة عن الصفر المئوي؛ ما يذيب الثلوج فترة كافية لنمو نباتات التندرا. ولا يصل متوسط أحر شهور السنة إلى عشر درجات مئوية فوق الصفر. خريف هذا الإقليم أكثر دفئاً من ربيعه، الذي يؤخر حلوله الغطاء الثلجي.

أمّا مناخ الصقيع الدائم، فيسود معظم نطاق المناخ القطبي، ولا تتجاوز درجة الحرارة فيه الصفر المئوي، في أيٍّ من شهور السنة؛ فهو، إذاً، بلا صيف، ولا يمكن النباتات أن تنمو فيه.

أ. الحرارة

يتسم إقليم المناخ القطبي بالمدى الحراري السنوي الكبير، الذي يزيد على 30 درجة مئوية؛ إذ يصل إلى 36 درجة مئوية، في القطب الشمالي، وفي جرينلاند؛ ويطاول 44 درجة مئوية، في يوريكا، في شمالي كندا.

وتتأثر درجة حرارة الشتاء، جزئياً، بتوزُّع اليابس والماء. وتواطئ نهايتها الصغرى شهر مارس؛ فتبلغ خمس درجات مئوية تحت الصفر، في جزيرة ماين، المتأثرة بتيار الأطلسي الشمالي؛ و38 درجة مئوية تحت الصفر، على الساحل السيبيري، الذي لا يتأثر

بالتيارات البحرية؛ و47.2 درجة مئوية تحت الصفر، في أواسط جزيرة جرينلاند؛ و85 درجة مئوية تحت الصفر، في فوستك.

ب. التساقط

قد تهطل الأمطار، إبّان الصيف، في المناخ القطبي؛ إذ إن معظمها تتساقط على مناطقه ثلوجاً، يصعب قياس كميتها الفعلية؛ لِلّبْس في تساقطها من السحب، أو ذَرْو الرياح إياها من الثلوج الموجودة من قبل على سطح الأرض. ويُعَد التساقط ضئيلاً جداً، يراوح بين 20 و30 سنتيمتراً، سنوياً، في معظم أجزاء الإقليم. وقد تزداد كمية التساقط السنوية، في بعض المناطق المتأثرة بالمنخفضات الجوية، فتناهز 90 سنتيمتراً في جنوب شرقي جزيرة جرينلاند، و73 سنتيمتراً في جزيرة جان ماين. وتقلّ في مناطق أخرى عن 20 سنتيمتراً، فتطاول 104 مليمترات في بحر بورفورت، و146 مليمتراً في الجزر الكندية، و109 مليمترات في أواسط جزيرة جرينلاند. وتواطئ النهاية العظمى للتساقط فصل الشتاء، في المناطق الساحلية، حيث المنخفضات الجوية أكثر عمقاً وتكراراً؛ وفصل الصيف، في المناطق القارية، المتأثرة بالضغوط القارية المرتفعة.

منطقة التندرا

إنّ صحراء التندرا واقعةُ في قمةِ العالمِ، في خطوطِ العرض الشماليةِ العاليةِ للعالمِ، وأصل كلمة التندرا مِنْ الكلمةِ الفلنديةِ **tunturia** ، التي تَعْني سهلاً خالي من الأشجارَ. هو مشهور بمناظره الطبيعية الباردةِ، درجات حرارة منخفضة جداً، قليلاً مطر .

الموقع

يمتد إقليم التندرا من حدود مناطق الغابات الباردة، حتى المناطق التي تغطيها الثلوج الدائمة. وهو أكثر وضوحاً، في النصف الشمالي للكرة الأرضية، منه في نصفها الجنوبي .

تمتد حدود إقليم التندرا من الشرق إلى الغرب، ولكنها ليست موازية تماماً لدوائر العرض؛ إذ تأخذ اتجاهاً شمالياً غربياً. وتحيط التندرا بالقطب الشمالي، مشكلة نطاقاً مستمراً، يضطرب عرضه من قارة إلى أخرى. ففي حين لا يتعدى امتداد الإقليم، جنوباً، الدائرة القطبية في سيبيريا؛ فإنه يترامى، في كندا، جنوباً، ليبلغ دائرة العرض 53، شمالاً. ويقتصر امتداده، في النصف الجنوبي، على بعض البقع المتناثرة في بعض الجزر، حول القارة المتجمدة الجنوبية، أنتاركتيكا، - ويمتد أيضا إقليم صحراء التندرا شمال خط عرض 70 شمالا في روسيا وأمريكا الشمالية .

المناخ

وفي هذه المنطقة يكون المناخ قطبياً ذا شتاء فيه طويل ومظلم وتغطي الثلوج سطح الأرض في معظم شهور السنة .

وإذا جاء فصل الصيف ذابت الثلوج السطحية وأصبحت التربة دافئة إلى عمق قليل ويتميز صيفها قصير لا يتجاوز شهرين في السنة ومضيء .

تتراوحُ درجاتُ الحرارة السنويةُ المتوسطةُ مِنْ - 70 درجات إلى 20 درجةٍ .
ويمكن أن يحدث الصقيع في هذه المنطقة وفي أي وقت من السنة ، وتكون الأرض متجمدة بشكل دائم .

وفي خلال الصيف تكون المنطقة رطبة جداً والأرض مشبعة ، وتظهر البرك والجداول العديدة .

التندرا لا تتلقى سوى القليل من الضوء ، ويكون التهطال في معظمه على شكل ثلج.- تكون التربة في التندرا متجمدة في معظم أيام السنة - هناك أيضاً منطقة التندرا في نصف الكرة الأرضية الجنوبي ولكنها محدودة وذلك لأن خطوط العرض المتوافقة معها مغطاة بالمحيط الجنوبي - يزول تجمد الطبقة السطحية من التربة خلال

فصل الصيف الدافئ القصير بينما تبقى الطبقة الكائنة تحتها التربة متجمدة فتشكل مستنقعات واسعة .

النباتات

وتقضي معظم نباتات التندرا حياتها في حالة شبه متوقفة وتكون نشطة خلال فترات قصيرة عندما يكون هناك إشعاع شمسي دافئ .

تتميز صحراء التندرا بنمو بعض الأعشاب ذات الجذور القصيرة مثل الطحالب وحشائش الماء وقد يتخلل الأعشاب بعض الشجيرات القصيرة كالتوت البري حول مجاري الأنهار، فإذا حل الشتاء غطت الثلوج هذا النطاق النباتي كله .

وتسود فيها الحزازيات والنباتات العشبية بشكل عام بينما تنعدم كلياً النباتات الشجرية وذلك بسبب قصر فصل الصيف والمناخ البارد.- إذا وجدت شجيرات في منطقة التندرا فهي لا ترتفع كثيراً فوق سطح الأرض ، فشجرة الصفصاف الكبيرة لا ترتفع أكثر من عدة سنتيمترات وتكون الأزهار كبيرة مقارنة بجسم النبات كما أنها تظهر فجأة وتعطي بذوراً بسرعة ، وهو تكيف مع فصل النمو القصير .

أهم النباتات وأكثرها شيوعاً في هذا الإقليم

الأعشاب المائية، والحشائش، والصفصاف، والأشنات الورقية، والخث أو الخلنج. وتتداخل هذه النباتات مع أشجار الغابات المخروطية، عند الحدود الانتقالية بين الإقليمَين. فتمتد نُطُق الغابات نحو القطب، في قيعان الأودية؛ وتتخللها مرتفعات جرداء، تغطيها التندرا. ويطلق على هذا الإقليم الانتقالي، في روسيا، اسم تايبولا Tuibola. وفي أمريكا الشمالية، تنتشر في النطاق الانتقالي بين الغابات والتندرا، أشجار قزمية .

كما قد تنمو حشائش ذات دورة حياة قصيرة جداً، تزهر في فترة وجيزة .والقسم الغربي من سيبيريا، تسوده البردى والأعشاب بشكل عام؛ بينما تسود الجزء الشرقي الطحالب والأشنة .

وتكاد إنتاركتيكا تخلو من نباتات التندرا، عدا بعض النباتات المزهرة، والطحالب، والأشنة، التي تنمو في مناطق محدودة جداً، في بعض الجزر وأشباه الجزر، مثل: شبه جزيرة جراهام لاند ، وجزر كيرجولن وماجواري .

وتكثر النباتات، في إقليم التندرا، على السفوح المواجهة لأشعة الشمس. وتتميز بقصر جذورها، الناجم عن التجمد الدائم للتربة التحتية .

الحياة الحيوانية

تتسم الحياة الحيوانية، في هذا الإقليم، بقلة الأنواع، وكثرة الأعداد. ويبقى كثير منها في سبات شتوي، في جحورها، خلال فصل الشتاء؛ وتنشط في فصل الصيف القصير

أهم حيوانات هذا الإقليم وأشهرها

غزال الرنة الأمريكي في أوراسيا ؛ الذي أصبح داجناً؛ وثور المسك .كذلك تكثر آكلات العشب الصغيرة، مثل: الغول ، والأرنب القطبي أو الأزرق .وتظهر أنواع قليلة من الحشرات، في فصل الصيف، مثل: البعوض والذباب .ومن أشهر الطيور البطريق ، ونوع من البط، يعرف باسم أيدر؛ وفرس البحر من الحيوانات البحرية .ومن آكلات اللحوم، يوجد بعض الثعالب والذئاب والبوم .وقد يأتي إلى الإقليم، في فصل الصيف، بعض الحيوانات، من الغابات المجاورة، مثل: الإلك ، والأيل ، ونوع من الأرانب، يطلق عليه بيكاز .

سكان التندرا

استقرت في منطقة التندرا قبل حوالي **10000** سنة (بعد العصور الجليدية) مجموعات مختلفة من الناس .

ويعيش سكانها حياة بسيطة ويعملون في الصيد البحري أو الصيد البري ,وبعضهم يعيش حياة البداوة يتنقلون من مكان لآخر بحثا عن الغذاء .

ولغة سكانها **'Inuktitut'**

ولباسهم: فراء وجلود الحيوانات حيث يكون لباس شتوي دافئ ، ويعتمدون على دهن الحيوانات مثل (بدانة الحوت) كوقود ونفط للمصابيح .

البناء: بما أن لا يتوافر الخشب لدى سكان التندرا، لذا تَعلّموا كَيفَ يَبْنونَ أكواخَ العشبِ بالعوارض الخشبيةِ العظميةِ، ويُثلجونَ البيوت فلذا سميت بأكواخ الإسكيمو

المناخ الجبلي

يُعَد الارتفاع عن مستوى سطح البحر، هو أهم عوامل التباين المناخي، في العروض المتشابهة، وبخاصة درجات الحرارة وكميات التساقط؛ ولذلك توجد المناخات، المعتدلة والباردة، على ارتفاعات مختلفة، في المناطق الجبلية، في نطاق المناخ المداري. ففي جبال الأنديز، في غربي أمريكا الجنوبية، تتوزع نطاق المناخ المداري أربعة مناخات، بحسب تدرُّجها في الارتفاع عن مستوى سطح البحر؛ وهي:

أولاً: المناخ الحار

يسود هذا المناخ المناطق، التي يراوح ارتفاعها عن سطح البحر بين **600** و**900** متر؛ حيث يُعْرف باسم تيراكاليانتي **Tierra Caliente**. ويُفْتَرَض وجوده في العروض

المنخفضة من النطاق المداري، حيث يراوح متوسط الحرارة السنوي ما بين **28.3** و**24** درجة مئوية، وتكون كمية المطر السنوية كبيرة.

ثانياً: المناخ المعتدل

يسيطر المناخ المعتدل على المناطق، التي تعلو تلك التي يسودها المناخ السابق، حيث يراوح ارتفاعها عن سطح البحري بين **1800** و ألْفَي متر، ويراوح متوسط حرارتها السنوي بين **18.3** و**24** درجة مئوية. ويُعْرَف، محلياً، باسم تيراتمبلادا **Tierra Templada**

ثالثاً: المناخ البارد

يلي المناخ البارد نظيره المعتدل. ويطاول ارتفاع مناطقه عن سطح البحر **3500** متر. ويراوح متوسط حرارتها السنوي بين **12.4** و**18.3** درجة مئوية. ويُعْرَف، محلياً، باسم تيرافرايا **Teirra Fria**،

رابعاً: المناخ المتجمد

يَعُمّ المناخ المتجمد المناطق، التي يزيد ارتفاعها على **3500** متر فوق سطح البحر. ويُعْرَف، محلياً، باسم تيراهيلادا **Tierra Helada**. والحرارة في أجزائه؛ لا تبلغ درجة التجمد؛ على الرغم من بلوغ متوسطها الصفر المئوي؛ إذ إن الضغط الجوي، يَطّرِد انخفاضه باطّراد الارتفاع؛ وتنخفض درجة الغليان عن **100** درجة مئوية، وتزيد درجة التجمد على الصفر المئوي.

ولعل من أهم النماذج الإقليمية للمناخ الجبلي، هي جبال الألب، في القارة الأوروبية، في نطاق المناخ المعتدل؛ وجبال الأنديز، في قارة أمريكا الجنوبية، في نطاق المناخ المداري؛ وهضبة التبت، في أواسط قارة آسيا، في نطاق المناخ المداري الداخلي.

نسيم الوادي والجبل Mountain and Valley Breezes

نتيجة للاختلافات التضاريسية الملحية لبعض أجزاء من سطح الأرض، تختلف درجة حرارة الهواء الممثل فوق المناطق الجبلية المرتفعة عن حرارة الهواء فوق المناطق السهلية. ففي أثناء النهار، ترتفع درجة حرارة هواء السهول المنخفضة المنسوب عن درجة حرارة الهواء عند القمم الجبلية المجاورة، ومن ثم تقل كثافة هواء المناطق المنخفضة، ويصعد الهواء الساخن نهاراً من السهول إلى أعالي قمم الجبال، ويطلق على الهواء الصاعد الدافئ اسم نسيم الوادي **Anabatic Wind.** وهو يساعد على سرعة نمو الأشجار المثمرة والنباتات .

أمّا أثناء الليل فيتحرّك الهواء البارد من سطوح الجبال نحو الأودية والمناطق المنخفضة المجاورة. ويعرف هذا الهواء الهابط باسم نسيم الجبل **Katabatic Wind.** .

الرياح المحلية المرتبطة بالانخفاضات الجوية

وهي تنقسم إلى نوعين هما :

أولاً: الرياح المحلية الحارة

وتتمثل في رياح الخماسين على مصر، ورياح السموم على شبه الجزيرة العربية، والهبوب على السودان، والقبلي على ليبيا، والسيروكو على السواحل الشمالية الغربية لأفريقيا (خاصة تونس والجزائر والمغرب). وتعبر البحر المتوسط إلى جزر صقلية وسردينيا، وجنوب فرنسا، والسواحل الشرقية لأسبانيا، ورياح الهرمتان على ساحل غرب أفريقيا. وتهب معظم هذه الرياح في فصل الربيع وتكون محملة بالأتربة والرمال .

ثانياً: الرياح المحلية الباردة

وتتمثل في رياح المسترال Mistral ، على وادي الرون بفرنسا وتهب في فصل الشتاء وهي شديدة البرودة، ورياح البورا Bora الباردة على شمال إيطاليا، ورياح البوسترز Busters على السواحل الجنوبية الشرقية لأستراليا، ورياح النورثر (الشمالية) Norther وتهب على وسط وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية .

وهناك رياح محلية أخرى دفيئة في المناطق الجبلية تكتسب دفئها نتيجة هبوبها على منحدرات الجبال مما يؤدي إلى تسخين الهواء، ومنها رياح الفهن Foehn على المنحدرات الشمالية لجبال الألب في سويسرا، ورياح الشنوك Chinook على السفوح الشرقية لجبال روكي، وتعمل هذه الرياح على إذابة الثلوج، إذ تعني كلمة شنوك عند قبائل الهنود الحمر آكلة الثلوج، ورياح سانتا آنا Santa Ana ، على الساحل الغربي لولاية كاليفورنيا) الولايات المتحدة الأمريكية) .

رطوبة الهواء

رطوبة الهواء، أو الرطوبة الجوية، هي كمية بخار الماء، الموجودة في الهواء الجوي؛ وخاصة طبقة التروبوسفير. ومع أن كمية الماء، الموجودة على شكل رطوبة في الغلاف الجوي، هي قليلة جداً) نحو 0.01٪ من كمية الماء الموجودة على الأرض)، مقارنة بتلك الموجودة على سطح الأرض (نحو بليون و360 مليون كم^{3})؛ إلا أنه يتبخر نحو 380 ألف كم^{3}، من الماء، إلى الغلاف الجوي، كل عام. منها نحو 60 ألف كم^{3}، تتبخر من القارات (البحيرات والأنهار والتربة والنبات)؛ ونحو 320 ألف كم^{3} تتبخر من المحيطات والبحار. وتعود هذه الكمية إلى السطح بتساقط متعدد الأشكال .

وتعد الرطوبة الجوية أحد المحركات الرئيسية للمناخ Climate Engine ، بسبب الطاقة الهائلة، المكتسبة أو المحررة، عند تحوّل الماء من حالة إلى أخرى .

إذ يكتسب الماء طاقة، عند التبخر، تبلغ **580** سعراً لكل جرام من الماء، تنقل مع البخار، على شكل حرارة كامنة **Lantent heat.** وعند الأخذ بالحسبان كمية التبخر السنوي، على مستوى الكرة الأرضية، يتضح أن عملية التبخر، تنقل نحو **2204** $\times 10^{15}$ سعر من الطاقة، إلى الغلاف الجوي، على شكل حرارة كامنة في الرطوبة، تُحرير عندما يتم التكاثف، على شكل حرارة محسوسة. ويعبِّر عن محتوى الهواء من الرطوبة، بعدة صيغ .

1. الرطوبة المطلقة Absolute humidity

ويقصد بها كتلة بخار الماء، في حجم معين من الهواء. وتأخذ الوحدة جراماً لكل متر مكعب (جرام/م^3). وتُعَد هذه الطريقة غير محافظة **non conservative** ؛ أي أن كميتها تتغير، بتغير كثافة و/أو درجة حرارة الهواء؛ بل تتحكمان في حجمه؛ إذ الزيادة في الرطوبة تؤدي انخفاض كثافة الهواء؛ ما يزيد من حجم الهواء لوحدة الكتلة. أما التغير في درجة الحرارة، فيؤدي تغيراً في كثافة الهواء وحجمه، بالنسبة إلى وحدة الكتلة. فعندما تزداد الحرارة، يتمدد الهواء، فيكبر حجم الكتلة المعينة، وتنخفض الكثافة. فلو أن متراً مكعباً من الهواء، يحتوي على جرام واحد من الماء، على شكل بخار، فإن رطوبته المطلقة تكون **1**جرام/م^3. أما إذا رفعت درجة حرارة الهواء، فسوف يتمدد، بقدر التسخين، ليصبح حجمه أكبر من متر مكعب، فيبلغ **1.1** متر مكعب. أما كمية الماء المحمولة فيه، على شكل بخار، فلن تتغير؛ ما يقلل من رطوبته المطلقة، لتصبح **1**جرام/**1.1** متر مكعب، أو **0.91** جرام/م^3.

2.الرطوبة النوعية Specific Humidity

ويقصد بها كتلة بخار الماء، الموجود في كتلة معينة من الهواء، المكون من هواء جاف وبخار ماء؛ وتكون وحدتها، هي الجرام لكل كيلوجرام) جرام/كجم). وتُعَد الرطوبة النوعية من الطرائق المحافظة، للتعبير عن رطوبة الهواء، أي أنها لا تتأثر بالتغير في درجة الحرارة، وما ينتج عنه، من تمدد أو انكماش، يؤثر في كثافة الهواء .

وتعرف الرطوبة النوعية الإشباعية، بأنها كتلة بخار الماء، التي تستطيع كتلة معينة من الهواء حملها، عند درجة حرارة معينة، وضغط جوي معين .

3. ضغط بخار الماء Vapor Pressure

يعرَّف الضغط الكلي للهواء، بأنه وزن عمود الهواء، بجميع مكوناته، الواقع على وحدة مساحة على سطح الأرض. ولأن الهواء يتركب من العديد من الغازات، مثل: النيتروجينN_2 ، والأكسجينO_2 ، وثاني أكسيد الكربونCO_2 ، وبخار الماء H_2O؛ فإن كل واحد من هذه الغازات، يسهم بجزء من هذا الضغط الكلي، حسب تركيز الغاز المعين في الهواء؛ وهو ما يعرف بالضغط الجزئي لذلك الغاز المحدد. وإذ بخار الماء، هو أحد الغازات المكونة للهواء، فإن له ضغطاً جزئياً، يزيد أو ينقص، حسب تركُّزه في الهواء. ويتميز بخار الماء من بقية الغازات المكونة للهواء، بأنه يتغير سريعاً، زماناً ومكاناً. وثمة نوعان من ضغط بخار الماء، هما: الضغط الفعلي، والضغط الإشباعي .

أولاً: ضغط بخار الماء الفعلي Actual Vapor Pressure

وهو الضغط الناتج من بخار الماء، الموجود في الهواء. ولأن الهواء الساخن، يستطيع أن يحمل بخار ماء، أكثر من الهواء البارد، بسبب خصائصه الفيزيائية؛ فإن ضغط بخار الماء الفعلي، يتناقص كلما اتجه من خط الاستواء نحو القطبَين، باستثناء العروض المدارية الجافة، نظراً إلى قلة مصادرها المائية. وفي المعدل، يراوح ضغط بخار الماء الفعلي بين 25 مليباراً، في المناطق الاستوائية، وأقل من مليبار واحد، في المناطق القطبية .

ثانياً: ضغط بخار الماء الإشباعي **Saturation Vapor pressure**

يعرَّف ضغط بخار الماء الإشباعي، بأنه الضغط الجزئي، الناجم عن تشبع الهواء بالبخار، عند درجة حرارة معينة. ويعتمد ضغط بخار الماء الإشباعي، على درجة حرارة الهواء؛ فكلما ازدادت، ازداد زيادة غير خطية. ويمكن تحديد ضغط بخار الماء الإشباعي، عند درجة حرارة معينة بالطرائق التالية :

- تعويض قيمة درجة الحرارة، في المعادلة التالية :

$$\text{ض} = \text{٦,١٠٧٨} \times \text{٢،٧١٨٣}^{\left(\text{١٧,٢٦٩ ح هـ} / \left(\text{٢٦٥٠٥} + \text{ح هـ}\right)\right)}$$

ض = ضغط بخار الماء الإشباعي، بالمليبار .

ح هـ= حرارة الهواء، بالدرجة المئوية .

1. استقراء مقدار ضغط بخار الماء، من خلال منحنى العلاقة بين ضغط بخار الماء الإشباعي ودرجة حرارة الهواء .

2. استقراء مقدار ضغط بخار الماء الإشباعي، من خلال قيَمه المجدولة، عند العديد من درجات الحرارة .

4. الرطوبة النسبية **Relative Humidity**

الرطوبة النسبية، هي نسبة بخار الماء الموجود في الهواء، إلى ما يستطيع الأخير حمله منه، عند درجة الحرارة نفسها، والضغط الجوي نفسه. وتحسب بوساطة الرطوبة النوعية الفعلية، والرطوبة النوعية الإشباعية، أو بوساطة ضغط بخار الماء الإشباعي، وضغط بخار الماء الفعلي، كما يلي :

الرطوبة النسبية= ضغط بخار الماء الفعلي × 100

ضغط بخار الماء الإشباعي

أو

الرطوبة النسبية= الرطوبة النوعية × 100

الرطوبة النوعية الإشباعية

وتتحكم رطوبة الهواء النسبية في معدل التبخر، من الأسطح المائية، والتربة، والنتح من أوراق النبات؛ فكلما ازدادت الرطوبة النسبية، قلّ التبخر والنتح، والعكس صحيح. ولأن ضغط بخار الماء الإشباعي، يعتمد على درجة الحرارة؛ لذا، فإن الرطوبة النسبية، تتغير في خلال اليوم الواحد، تبعاً لتغير درجة الحرارة. إذ ترتفع الرطوبة النسبية، في خلال ساعات اليوم الباردة، في الساعات الأخيرة من الليل، حتى تصل، أحياناً، إلى درجة الإشباع. وينتج ما يُعرَف بالندى، إذا كانت درجة الحرارة فوق الصفر المئوي؛ وإذا كانت دونه، ينتج الصقيع. أما في منتصف النهار، حين تبلغ درجة الحرارة ذروتها، فإن الرطوبة النسبية، تنخفض إلى أدنى معدل لها؛ ما يزيد من معدل التبخر والنتح .

الرطوبة النوعية الفعلية

الرطوبة النوعية الإشباعية

5. نقطة الندى Dew Point

تعرف نقطة الندى على أنها درجة الحرارة التي لو برد إليها الهواء المعين لأصبح مشبعاً ببخار الماء، أي يتساوى فيه ضغط بخار الماء الفعلي مع ضغط بخار الماء الإشباعي، أو تصبح رطوبته النسبية 100٪. لذا، كلما كانت درجة الحرارة لنقطة الندى مرتفعة، كان محتوى الهواء من الرطوبة عالياً، والعكس صحيح. ولأن نقطة الندى، لا تتغير

كثيراً، في خلال اليوم، فإنها تُعَد من القيم المحافظة. ويمكن حساب نقطة الندى، بتعويض قيمة ضغط بخار الماء الفعلي، في المعادلة التالية :

ض ش = ضغط بخار الماء الإشباعي .

ض ح = ضغط بخار الماء الحقيقي .

لو = اللوغاريتم الطبيعي .

ثالثاً: تلوث الغلاف الجوي

لم يدرك الإنسان مقدار خطره على تغيير مكونات غازات الغلاف الجوي وتلوثه إلاّ منذ ظهور النهضة الصناعية في الدول الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ ذلك الحين تميزت مدنها الصناعية بكثرة تعرضها للضباب الأسود **Black Smog** القاتل، وزيادة تلوث هوائها بالغبار والدخان وغازات ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكبريت الناتجة عن النشاط الصناعي فيها، ومن بين الكوارث، التي حدثت بسبب تلوث الهواء في المدن الصناعية، ما حدث في مدن حوض نهر الميز في بلجيكا سنة **1930**، وفي مدينة بنسلفانيا (الولايات المتحدة الأمريكية (سنة **1948**، وفي مدينة لندن سنة **1952**، مما راح ضحيته أكثر من أربعة آلاف حالة وفاة بسبب تراكم الضباب الأسود، واستنشاق الدخان الصناعي والغازات الكبريتية المركزة في الهواء .

ويتلوث الهواء بسبب النفايات الناتجة من عمليات التصنيع، وإفراط النشاط البشري في بناء المدن، وتفجير أحجار الجبال، والتعدين، وحرق الأخشاب. ويمكن تقسيم هذه الملوثات إلى مجموعتين إحداهما غازية والأخرى مواد صلبة .

1. المجموعة الغازية

أهم الملوثات الغازية للهواء الغازات التالية:

(أ) أول أكسيد الكربون: وهو غاز سام عديم اللون والرائحة، وينتج عن الوقود الكربوني وعمليات الاحتراق في الجو. ويتركز هذا الغاز في المدن الصناعية وبخاصة المدن الشديدة الازدحام المروري، ويؤثر هذا الغاز على عمليات التنفس لكل الكائنات الحية على سطح الأرض.

(ب) ثاني أكسيد الكبريت: ينتج هذا الغاز أساساً، نتيجة لعمليات احتراق النفط والغاز الطبيعي، وذلك لاحتوائهما على نسبة من الكبريت. ويتميز غاز ثاني أكسيد الكبريت برائحته الكريهة النفاذة، وتزداد خطورته على عمليات التنفس لكل الكائنات الحية عند زيادة نسبته إلى 3 جزء في المليون، ويتسبب كذلك في الأمطار الحمضية الضارة على سطح الأرض.

(ج) أكاسيد النيتروجين: وتتكون عند اتحاد النيتروجين والأكسجين، خاصة عند احتراق البنزين والسولار في المركبات والسيارات والأجهزة المولدة للطاقة في محطات توليد القوى الكهربائية. وعند استنشاق نسبة عالية من أكاسيد النيتروجين تلتهب الرئتين، وقد يؤدي ذلك إلى الوفاة، كما إنها تتحد مع الهيموجلوبين في الدم، وتعرقل من وصول الأكسجين إلى الدم.

(د) الهيدروكربونات: وهي عبارة عن مركبات عضوية تتكون من الكربون والأكسجين، وعند ارتفاع نسبتها في الجو تؤدي إلى الضباب الأسود.

2. المجموعة الصلبة

وهي تتألف من مواد صلبة دقيقة الحجم جداً تبدو عالقة في الهواء، ومن بينها الرمال دقيقة الحجم، والغبار، والرماد البركاني، والهباء الجوي**Aerosol** ، الذي يتألف من المواد الصلبة الدقيقة الحجم المختلطة بالغازات والمكونة للدخان والضباب. ومن بين مصادر هذه الجزئيات الصلبة بعض نفايات محطات توليد الطاقة الكهربائية،

ومحطات القوى الحرارية، والنشاط البشري الناتج عن التعدين وتكسير الأحجار في المحاجر وخاصة الأسمنت والفخار.

وعلى ضوء الأضرار الجسيمة، التي سببتها وتسببها الملوثات في الهواء، فقد وضُعت معايير دولية توضح الحد الأقصى المسموح لكل من هذه الملوثات في الجو، والتي لا ينبغي تجاوزها حفاظاً على سلامة الغلاف الجوي، والبيئة، وبالتالي الإنسان. إذ ينبغي ألاّ تزيد نسبة أول أكسيد الكربون عن **35** جزءاً في المليون، وثاني أكسيد الكبريت عن **0.14** جزءاً في المليون، وأكاسيد الحديد عن **0.50** جزء في المليون، والهيدروكربونات عن **2.4** جزء في المليون، والجزئيات الصلبة عن **260** ميكروجرام / متر ^{3}.

وقد تبين للعلماء بأن درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض على المستوى العالمي في زيادة تدريجية مستمرة خاصة بعد سنة **1880**، وقبل هذه السنة، لم تكن الزيادة في درجة الحرارة تتعدى أكثر من ربع درجة مئوية لكل قرن من الزمان، غير أنها زادت فيما بعد بمعدل يصل إلى أكثر من نصف درجة مئوية لكل ربع قرن من الزمان، ويرجع ذلك إلى انتشار المناطق الصناعية في أرجاء واسعة من العالم، وزيادة عدد المركبات والسيارات. ومع الارتفاع المستمر في درجة حرارة الهواء عالمياً، يزداد حدوث الجفاف في نطاقات واسعة من العالم. وينتج عن ارتفاع درجة حرارة الهواء عن المعدل، الذي كان سائداً من قبل، زيادة سرعة انصهار جليد المناطق القطبية، وبالتالي ارتفاع مستوى سطح البحر.

ولا يقتصر دور الملوثات الغازية والصلبة في الغلاف الجوي على الإضرار بصحة الإنسان واستمرار الحياة على سطح الأرض؛ بل إنها تؤدي إلى ظاهرتين خطيرتين وهما سقوط الأمطار الحمضية وحدوث ثقب الأوزون.

رابعاً: عواصف الرعد والبرق Thunderstorms

وهي عواصف تنشأ بفعل التيارات الصاعدة Convectional خلال فترة زمنية قصيرة، وتتخذ عواصف الرعد والبرق أدوارها في سحب المزن الركامية، ويسقط بسببها أمطار غزيرة جداً (قد يسقط خلال العاصفة الواحدة نحو ثلث مليون طن من الأمطار) خلال وقت قصير. وعلى ذلك ينتشر حدوث تلك العواصف في مناطق متفرقة من سطح الأرض وخاصة في المناطق المدارية الحارة الرطبة، التي تتعرض بكثرة للهواء الانقلابي الصاعد الحار الرطب، ولا تحدث في المناطق التي تتعرض للهواء البارد كما هو الحال عند القطبين.

أولاً: أنواع عواصف الرعد والبرق

يمكن تمييز عدة أنواع مختلفة من عواصف الرعد والبرق تبعاً لظروف النشأة، وتتمثل أهم العوامل، التي تؤدي إلى نشأة عواصف الرعد والبرق فيما يلي:

أ- تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض (خاصة في المناطق القارية شاسعة الاتساع) للحرارة الشديدة صيفاً، فيصعد الهواء الانقلابي الساخن الرطب إلى أعلى مؤدياً إلى حدوث ما يسمى بعواصف الرعد والبرق الحرارية Heat Thunderstorms ويكثر حدوثها فيما بعد الظهر.

ب- تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض للحرارة الشديدة الناتجة عن حدوث الحرائق في الغابات والمصانع وصعود الهواء الساخن الرطب إلى أعلى ويتكون ما يسمى بعواصف الرعد والبرق الحرارية الصناعية Artificial Thunderstorms Heat.

ج- تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض للحرارة الشديدة الناتجة عن الثورانات البركانية، ويؤدي هذا إلى تكوين عواصف الرعد والبرق البركانية Volcanic Thunderstorms

د- تعرض الهواء الساخن الصاعد لكتل هوائية باردة في طبقات الجو العليا، مما يؤدي إلى حدوث عواصف الرعد والبرق الباردة **Cold Air Thunderstorms**، ويكثر حدوثها في فصل الشتاء.

هـ قد تحدث عواصف الرعد والبرق عند صعود الهواء الساخن فوق السطوح الجبلية، وتعرف حينئذ بعواصف الرعد والبرق التضاريسية **Orographic Thunderstorms**، ويكثر حدوثها مساءً.

و- قد تحدث عواصف الرعد والبرق عند تقابل كتل هوائية مختلفة الخصائص الطبيعية (إحداها دفيئة والأخرى باردة) وتعرف في هذه الحالة باسم **Air - Mass ThunderStorms**.

ومما سبق يتضح أن عواصف الرعد والبرق تكاد تنتشر فوق معظم أجزاء سطح الأرض فيما عدا المنطقة القطبية .

ثانياً: أسباب حدوث الرعد والبرق

البرق **Lightning** عبارة عن وميض من الضوء**Flash of Light** ، الذي يحدث نتيجة عمليات الشحن الكهربي في الغلاف الجوي، أمّا الرعد**Thunder** ، فهو عبارة عن الصوت**The Sound** ، الذي يحدث نتيجة للتمدد الفجائي للهواء بفعل الحرارة الشديدة الفجائية الناجمة من حدوث البرق. وقد أكدت الدراسات الميتيورولوجية الحديثة بأن سحب المزن الركامي عبارة عن مولد كهربائي ثابت **Static Electricity Generator**، لها القدرة على بناء الملايين من وحدات الجهد الكهربائي (فولت) خلال وقت قصير. فعند انقسام ذرات مياه الأمطار، تكتسب الذرات المنفصلة عن الذرات المائية الأصلية شحنات موجبة في حين تبقى الذرات المائية الأصلية بشحناتها السالبة، التي تتساوى في مقدارها مع الشحنات الموجبة. ومن ثم تتمثل معظم الشحنات الموجبة في القسم الأسفل من سحب المزن الركامي، أمّا الأعلى منها وعند مستوى نقطة الندى، فإن تساقط حبات الثلج يكسب البلورات الثلجية

شحنات سالبة، ويشحن الهواء المحيط بها بشحنات سالبة أيضاً. وعند صعود الهواء الساخن إلى أعلى فإنه يحمل معه الشحنات الموجبة إلى أعالي سحب المزن الركامي، ونتيجة لاصطدام الشحنات الموجبة مع الهواء الصاعد بالشحنات المتمثلة عند أعالي السحب يحدث التفريغ الهوائي داخل هذه السحب ويتكون البرق والرعد .

والبرق عبارة عن شحنات كهربائية متوالية تبلغ المدة الزمنية للشحنة الواحدة منها 0.0002 من الثانية، وتراوح شدة تياره من بضعة آلاف إلى نحو مائة ألف أمبير، ومتوسط الجهد الكهربائي يصل إلى مائة ألف فولت. ويتخذ وميض البرق أشكالاً متعددة منها الشوكي **Forked** ، أو متعرج الامتداد **Zigzag** ، أو مخططاً **Streak**، أو صفائحياً **Sheet.**

ويتضح أن البرق والرعد يحدثان في وقت واحد قريباً بفعل التفريغ الكهربائي داخل سحب المزن الركامي. ولكن لما كانت سرعة الضوء (300 ألف كيلومتر في الثانية) وسرعة الصوت (330 متراً في الثانية)، فإن المشاهد يرى البرق أولاً ثم يسمع الرعد ثانياً وبعدها يستقبل هطول الأمطار .

أشد المناطق تأثيرا بعواصف الرعد والبرق فيما يلي :

أ- مناطق العروض المدارية (خاصة بنما وجزر أندونسيا)، ويصل عدد مرات حدوث تلك العواصف إلى نحو **200** مرة في السنة.

ب- الساحل الشرقي لشبه جزيرة فلوريدا والساحل الجنوبي من الولايات المتحدة الأمريكية، ويبلغ متوسط عدد مرات الحدوث حوالي **70** مرة في السنة.

ت- جنوب مرتفعات الروكي وأواسط المكسيك، ويصل عدد مرات الحدوث إلى **70** مرة في السنة.

ث- النطاق الاستوائي من أفريقيا وجزيرة مدغشقر. ويصل عدد مرات الحدوث بها إلى **90** مرة في السنة.

ج- جنوب شرق البرازيل وكولومبيا، ويصل عدد مرات الحدوث بها إلى **60** مرة في السنة.

خامساً: ثقب الأوزون The Ozone Hole

تؤثر الملوثات الغازية والصلبة في تلوث كل من الهواء والماء والتربة، وينعكس ذلك على صحة الإنسان، كما أن بعض هذه الملوثات الجوية **Air Pollutants** تهدد استمرار الحياة على سطح الأرض. وينجم عن بعض هذه الملوثات تآكل طبقة الأوزون الاستراتوسفيري **Stratosphere Ozone Layer**وهو الدرع، الذي يحمي الكائنات الحية بما فيها الإنسان على سطح الأرض من التعرض لأخطار الأشعة فوق البنفسجية، التي تسبب إصابة الإنسان بسَفْعة الشمس **Sun Burn** وسرطان الجلد .

ويتمثل في طبقة الاستراتوسفير نوعان من الأشعة فوق البنفسجية تمتص نواتج التفاعلات الكيميائية، وتعمل إحداها على تعزيز وجود الأوزون وتنشيط تجمعه، في حين تعمل الأخرى على تحلله وتدميره. وهناك علاقة عكسية في غاية الحساسية بين الأشعة فوق البنفسجية وطبقة غاز الأوزون. فقد تبين للعلماء أنه عند نقص تجمعات الأوزون بنحو **1**٪ من وزنه، تزداد الأشعة فوق البنفسجية، التي تخترق الدرع الأوزوني **The Ozone Shield**بنسبة **2**٪ من شدتها. ويصاحب وصول تلك الأشعة إلى سطح الأرض حدوث الغيوم والتغبر **Dustiness.**

وتعد مركبات الكلوروفلوروكربون **Chlorofluoro Carbon** من أخطر المُهَدِّدات المباشرة لتجمعات الأوزون. ويستخدم الإنسان هذه المركبات في صناعة غازات التبريد، وفي صناعة أجهزة التكييف، وفي صناعة حفظ المواد الغذائية وتعليبها. كما تستخدم هذه المركبات في صناعة الأبخرة المضغوطة، وزجاجات العطور، ورش الأيرسول**Aerosol Spray** ، ومواد إزالة رائحة العرق **Deodorants** ، ورش الشعر وتثبيته **Hair Spray.** ومنذ سنة **1974**، حذر العلماء من الأضرار الناتجة عن الإفراط في استخدام منتجات هذه الصناعات .

وقد أظهرت قراءات الأجهزة، في المحطات الميتورولوجية البريطانية سنة **1985**، تدني حجم الأوزون، وتكوين ثقب هائل فوق المناطق القطبية الجنوبية **The Antarctic's Ozone Hole**، وقد اعتقد العلماء في البداية بأن ذلك الأمر قد يكون مرجعه أخطاء في عمليات التسجيل الميتورولوجي، غير أنه تبين لهم بعد ذلك استمرار اتساع ثقب الأوزون القطبي الجنوبي، حتى صار يحتل مساحة تناهز مساحة قارة أوروبا. كما أوضحت أجهزة الرصد أن ثقب الأوزون قد ازداد حجمه في الثمانينيات بنسبة **50**٪ مما كان عليه في السبعينيات من هذا القرن .

وقد عنيت الدول المتقدمة بقياس حجم طبقة الأوزون والتسجيل اليومي لما يحدث فيها من تغيرات، عن طريق كل من أجهزة الرصد الأرضية والأجهزة المتيورولوجية المثبتة في الأقمار الصناعية المناخية. ونظراً لخطورة الأمر قررت بعض الدول (خاصة الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والسويد والنرويج) تحديد كميات الإنتاج السنوي من مكونات الكلوروفلوروكربون .غير أن بعض الدول الصناعية الأخرى لم تلتزم بهذه السياسة .

الوحدة الثالثة

المشكلات المائية في الوطن العربي



الوحدة الثالثة

المشكلات المائية في الوطن العربي

يكتسب موضوع المياه أهمية خاصة في الوطن العربي بالنظر لمحدودية المتاح منها كمياه الشرب وطبقاً للمؤشر الذي يفضي إلى أن أي بلد يقل فيه متوسط نصيب الفرد فيه من المياه سنوياً عن 1000- 2000 متر مكعب يعتبر بلداً يعاني من ندرة مائية، وبناءً على ذلك فان 13 بلداً عربياً تقع ضمن فئة البلدان ذات الندرة المائية. وهذه الندرة في المياه تتفاقم باستمرار بسبب زيادة معدلات النمو السكاني العالية. ويوضح تقرير البنك الدولي لسنة 1993 أن متوسط نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة والقابلة للتجدد في الوطن العربي (مع استبعاد مخزون المياه الكامنة في باطن الأرض) سيصل إلى 667 متراً مكعباً في سنة 2025 بعدما كان 3430 متراً مكعباً في سنة 1960، أي بانخفاض بنسبة 80٪. أما معدل موارد المياه المتجددة سنوياً في المنطقة العربية فيبلغ حوالي 350 مليار متر مكعب، وتغطي نسبة 35٪ منها عن طريق تدفقات الأنهار القادمة من خارج المنطقة، إذ يأتي عن طريق نهر النيل 56 مليار متر مكعب، وعن طريق نهر الفرات 25 مليار متر مكعب، وعن طريق نهر دجلة وفروعه 38 مليار متر مكعب. وتحصل الزراعة المروية على نصيب الأسد من موارد المياه في العالم العربي، حيث تستحوذ في المتوسط على 88٪، مقابل 6.9٪ للاستخدام المنزلي، و5.1٪ للقطاع الصناعي. وقد حدد معهد الموارد العالمية منطقة الشرق الأوسط بالمنطقة التي بلغ فيها عجز المياه درجة الأزمة، وأصبحت قضية سياسية بارزة، خاصة على امتداد أحواض الأنهار الدولية.

وقد غدا موضوع المياه مرشحاً لإشعال الحروب في منطقة الشرق الأوسط وفقاً لتحليل دوائر سياسية عالمية، خاصة أن اغلب الأقطار العربية لا تملك السيطرة الكاملة على منابع مياهها. فأثيوبيا وتركيا وغينيا وإيران والسنغال وكينيا وأوغندا وربما زائير أيضاً هي بلدان تتحكم بحوالي 60٪ من منابع الموارد المائية للوطن العربي. ويدور

الحديث الآن حول ارتباط السلام في الشرق الأوسط بالمياه بعد اغتصاب إسرائيل لمعظم نصيب دول الطوق العربي من المياه. كما أن بعض الدول أخذت تتبنى اقتراحاً خطيراً للغاية يتمثل في محاولات إقناع المجتمع الدولي بتطبيق اقتراح تسعير المياه، وبالتالي بيع المياه الدولية. ويقع على رأس هذه الدول تركيا وإسرائيل. والأخطر من ذلك تبني بعض المنظمات الدولية (كالبنك الدولي ومنظمة الفاو) لتلك الاقتراحات، متناسين حقيقة الارتباط الوثيق بين الأمن المائي والأمن الغذائي من جهة، والأمن القومي العربي من جهة أخرى.

إن قضية المياه في الوطن العربي تكتسب أهمية خاصة نظراً لطبيعة الموقع الاستراتيجي للأمة العربية، حيث تقع منابع حوالي **60٪** من الموارد المائية خارج الأراضي العربية، مما يجعلها خاضعة لسيطرة دول غير عربية، وما يزيد الأمر تعقيداً يكمن فيما يعانيه الوطن العربي من فقر مائي يصل في وقت قريب إلى حد الخطر مع تزايد الكثافة السكانية وعمليات التنمية المتواصلة.

يوجد ثلاثة تحديات على العرب مواجهتها لحل مشكلة المياه وهي:

أولاً: قضية مياه نهري دجلة والفرات وكيفية حل ما هو قائم حالياً بين تركيا وسوريا والعراق من جهة، وبين كل من سوريا والعراق من جهة أخرى.

ثانياً: مطامع إسرائيل التي اتهمها باستخدام المياه كعنصر أساسي في الصراع العربي الإسرائيلي، حيث تشكل المياه أحد أهم عناصر الإستراتيجية الإسرائيلية سياسياً وعسكرياً وذلك لارتباطها بخططها التوسعية والاستيطانية في الأراضي العربية. وتشمل تلك الأطماع في الموارد المائية العربية نهر الأردن وروافده ونهر اليرموك وينابيع المياه في الجولان وانهار الليطاني والحاصباني والوزاني في لبنان. إضافة إلى سرقة إسرائيل للمياه الجوفية في الضفة الغربية وقطاع غزة لمصلحة مستوطناتها الاستعمارية.

ثالثاً: كيفية مواجهة مخاطر الشح المتزايد في مصادر المياه العربية والمترافقة مع التزايد السكاني والتي تتطلب مواجهتها بذل الجهود العربية المشتركة سياسياً واقتصادياً وعلمياً، من اجل تحديد الأولويات في توزيع الموارد المائية وترشيد استثمارها، بالإضافة إلى تنمية الوعي البيئي لمخاطر التلوث، وتطوير التقنيات المستخدمة والاعتماد على الأساليب التكنولوجية الحديثة في الري ومعالجة التصحر ومشروعات تكرير وتحلية المياه التي سوف تشهد المرحلة المقبلة تزايداً على استخدامها واستثمارها.

وإذا كان الواقع المائي صعباً في الوطن العربي حيث لا يتجاوز نصيبه من الإجمالي العالمي للأمطار **1.5**٪ في المتوسط بينما تتعدى مساحته **10**٪ من إجمالي يابسة العالم، فان واقع الحال في المشرق العربي يبدو أكثر تعقيداً، إذ لا يتعدى نصيبه **0.2** ٪ من مجمل المياه المتاحة في العالم العربي، في الوقت الذي ترتفع فيه معدلات الاستهلاك بشكل كبير. فخلال الفترة **1990**- **2000** تضاعف الطلب على المياه لأغراض الزراعة في كثير من الدول العربية، رغبة منها في تحقيق الاكتفاء الذاتي بالنسبة لبعض المواد الغذائية، كما ازداد الاستهلاك المنزلي بمقدار ثلاثة أمثاله، خلال نفس الفترة، بسبب تحسن مستوى المعيشة. وأهمية موضوع المياه محلياً، بل وإقليمياً، تكمن في الواقع في صلاته المباشرة بجهود التنمية بوجه عام، وبصلاته الوثيقة بالقطاع الزراعي بوجه خاص، والواقع أن سياسات الدعم الحكومي للقطاع الزراعي تعتبر أحد أبرز الأسباب المؤدية إلى مشاكل استنزاف المياه الجوفية. إلا أن تلك الصلات لا تتوقف عند ذلك الحد، بل تمتد لتطال موضوعات عدة، ربما انطوى كل منها على تحد، كالبيئة والموارد الطبيعية وحتى عجز الميزانية العامة للدولة.

وفي دراسة عن مستقبل المياه في المنطقة العربية توقعت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ظهور عجز مائي في المنطقة يقدر بحوالي **261** بليون م3 عام **2030**، فقد قدرت الدراسة الأمطار التي هطلت في الدول العربية بنحو **2238**بليون م3 يهطل منها **1488**بليون م3 بمعدل **300**

ملم على مناطق تشكل 20٪ من مساحة الوطن العربي ونحو 406 بلايين م3 تهطل على مناطق أكثر جفافاً يتراوح معدل أمطارها بين 100 و 300 ملم بينما لا يتجاوز هذا المعدل 100 ملم في المناطق الأخرى. وأوضحت الدراسة التي ناقشها وزراء الزراعة والمياه العرب أن الوطن العربي يملك مخزوناً ضخماً من الموارد المائية غير المتجددة يعتبر احتياطاً أستراتيجياً ويستثمر منه حالياً حوالي 5٪. وتقدر كمية المياه المعالجة والمحلاة بنحو 10.9 بلايين م3 سنوياً منها 4.5 بلايين م3 مياه محلاة و6.4 بلايين م3 مياه صرف صحي وزراعي وصناعي. أما بالنسبة للحاجات المائية المستقبلية فهي مرتبطة بمعدلات الزيادة السكانية في العالم العربي التي أصبحت بين الأعلى في العالم. فمن المتوقع أن تصل إلى 735 مليون نسمة عام 2030 مقابل 221 مليون نسمة عام 1991. ولتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية، اقترحت الدراسة محورين للحل: يتمثل الأول في تنمية مصادر مائية جديدة واستثمار مصادر مائية جوفية ممثلة في أحواض دول عدة. أما الحل الثاني فيتمثل في ترشيد استخدامات المياه وحمايتها .

ومن ذلك يتضح أن على الدول العربية أن تعطي موضوع تنمية الموارد المائية والمحافظة عليها الأولوية القصوى عند وضع إستراتيجيتها الأمنية، ويجب أن يكون موضوع «الأمن المائي» على رأس قائمة الأولويات، وذلك بسبب قلة الموارد المائية التقليدية، مما يستدعي العمل الجاد على المحافظة على هذه الموارد ومحاولة تنميتها وكذلك إيجاد موارد مائية جديدة. وخصوصاً أن معظم منابع الأنهار بيد دول غير عربية مما لا يعطيها صفة المورد الآمن، كما أن المياه الجوفية، في اغلب الدول العربية، محدودة ومعظمها غير متجدد (ناضب) لعدم توفر موارد طبيعية متجددة كالأمطار تقوم على تغذية هذه المكامن وتزيد من مواردها. لذلك يجب أن ينصب اهتمام القائمين على إدارة الموارد المائية على المحافظة على موارد المياه الجوفية وزيادة كمياتها، بل وتحسين نوعيتها واعتبارها مخزونا استراتيجيا في مكامن آمنة. وقد لخص الدكتور سامر مخيمر البدائل المطروحة لتجاوز الفجوة المائية الحالية ما بين العرض والطلب (الموارد المائية المتاحة والاحتياجات الفعلية للاستهلاك) في المنطقة العربية فيما يلي:

1- ترشيد استهلاك الموارد المائية المتاحة.

2- تنمية الموارد المائية المتاحة.

3- إضافة موارد مائية جديدة.

فبالنسبة إلى ترشيد الاستهلاك هناك عدة أساليب يمكن إتباعها مثل: رفع كفاءة وصيانة وتطوير شبكات نقل وتوزيع المياه، تطوير نظم الري، رفع كفاءة الري الحقلي، تغيير التركيب المحصولي وكذلك استنباط سلالات وأصناف جديدة من المحاصيل تستهلك كميات اقل من المياه، وتتحمل درجات أعلى من الملوحة.

أما بالنسبة إلى تنمية الموارد المائية المتاحة ، فهناك عدة جوانب يجب الاهتمام بها مثل: مشروعات السدود والخزانات وتقليل المفقود من المياه عن طريق البخر من أسطح الخزانات ومجاري المياه وكذلك التسريب من شبكات نقل المياه.

أما بخصوص إضافة موارد مائية جديدة، وهو الموضوع الأهم من وجهة نظرنا وخصوصاً لدول الخليج العربية، فيمكن تحقيقه من خلال محورين:

أولاً: إضافة موارد مائية تقليدية مثل المياه السطحية والمياه الجوفية، حيث أن هناك أفكارا طموحة في هذا المجال مثل جر جبال جليدية من المناطق القطبية وإذابتها وتخزينها، ونقل الفائض المائي من بلد إلى آخر عن طريق مد خطوط أنابيب ضخمة وكذلك إجراء دراسات واستكشافات لفترات طويلة لإيجاد خزانات مياه جوفية جديدة. ولكن جميع هذه الأفكار هي في الواقع أفكار مكلفة للغاية وتحتاج إلى وقت طويل لتطبيقها عملياً بالإضافة إلى أنها لا يمكن الاعتماد عليها كمصدر أمن للمياه.

ثانياً: إضافة موارد مائية غير تقليدية (اصطناعية) ويمكن تحقيق ذلك عن طريق استغلال موردين مهمين هما مياه الصرف الصحي ومياه التحلية. ولعل هذا

الموضوع هو من أهم المواضيع التي يجب على الدول الفقيرة بالموارد المائية الطبيعية، ومنها دول الخليج العربية، الاهتمام بها والتركيز عليها كمصدر أساسي ومتجدد (غير ناضب) للمياه. فمياه الصرف، سواءً الصناعي أو الزراعي أو الصحي، يمكن معالجتها بتقنيات حديثة وإعادة استخدامها في ري الأراضي الزراعية وفي الصناعة وحتى للاستخدام الآدمي (تحت شروط وضوابط معينة) بدلاً من تصريفها دون معالجة إلى المسطحات المائية مما يتسبب في مشاكل بيئية خطيرة تؤدي إلى هدر مصدر مهم من مصادر الثروة المائية. ولعل تزايد اهتمام الدول الغنية بالموارد المائية، مثل الدول الأوروبية وأميركا، والمتمثل في المبالغ الطائلة التي تنفق سنوياً بهدف تحسين تقنيات معالجة هذه المياه وإعادة استخدامها لهو الدليل القاطع على أهمية هذا المورد وعلى ضرورة اهتمام الدول الفقيرة به والعمل على توفيره كمصدر إضافي للموارد المائية.

أما بالنسبة لمياه التحلية، فمما لا شك فيه أن معظم الدول العربية هي دول ساحلية مما يعطيها ميزة وجود مصدر للمياه بكميات لا حدود لها يمكن تحليتها والاعتماد عليها كمورد إضافي، بل في بعض الدول مثل الدول الخليجية كمصدر أساسي للمياه. فعلى سبيل المثال تمثل مياه البحر المحلاة أكثر من 75٪ من المياه المستخدمة في دول الخليج العربية بينما ترتفع النسبة إلى 95٪ في دولة الكويت.

تمتاز موارد مياه التحلية عن الموارد الطبيعية بالتالي:

- أصبح بالإمكان اعتبارها مورداً مائياً يعتمد عليه لتوفير المياه العذبة كما هو متبع الآن في منطقة الخليج.
- يمكن إقامتها في مواقع قريبة من مواقع الاستهلاك مما يؤدي إلى توفير إنشاء خطوط نقل مكلفة جداً.
- يمكن اعتبارها ضماناً أكيدا لتلافي نقص الموارد المائية، بغض النظر عن واقع الدورة الهيدرولوجية وتقلباتها.

- تحتاج إلى تكلفة رأسمالية منخفضة لكل وحدة سعة مقارنة بتكلفة إقامة وتشغيل منشآت تقليدية مثل السدود، ولكنها تحتاج إلى تكلفة تشغيلية أعلى بكثير.
- تتألف من معدات ميكانيكية، ولذلك فمن المتوقع أن يستمر تطوير كفاءتها واقتصادياتها.
- لها القدرة على معالجة وتحويل مياه البحر والمياه المالحة الأخرى إلى مياه ذات نوعية ممتازة صالحة للشرب ، ولذلك فهي تخلو من عوائق سياسية أو اجتماعية أو قانونية كتلك العوائق التي تتعلق باستغلال الموارد الطبيعية المشتركة مثل الأنهار.
- متوفرة بأحجام متنوعة وتقنيات مختلفة بحيث يمكن استخدام المناسب منها للغرض المطلوب لتلبية احتياجات المياه.
- مناسبة أكثر لعمليات تنظيم تمويل مشاريعها مقارنة بعمليات تمويل المشاريع المائية التقليدية.
- فترة إنشائها اقصر بكثير من فترة إقامة خطوط نقل مياه من مناطق نائية.

- لذا فان على القائمين على تخطيط الموارد المائية في كافة أنحاء العالم أن يأخذوا موارد مياه التحلية في اعتبارهم لتؤدي الأغراض التالية:

- مصدر مائي متكامل قائم بذاته ويمكن استخدامه كذلك كمصدر مياه عذبة إضافي لتكملة موارد المياه التقليدية.
- مورد أساسي للاعتماد عليه في حالات الطوارئ خاصة في مواسم الجفاف وعدم توفر مياه كافية.
- مورد بديل لنقل المياه عبر مسافات طويلة.
- تقنية يعتمد عليها لتحسين ودعم نوعية المياه المتوفرة.
- مصدر مائي لنوعية مياه مناسبة جداً لتطبيقات صناعية وغيرها من الأغراض.
- تقنية مناسبة لمعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي وإزالة جميع الملوثات ومسببات الأمراض.

ومن لغط القول الحديث بان تحلية المياه مكلفة أو مكلفة جداً دون الأخذ بالاعتبار الأوضاع السياسية والجغرافية واقتصاديات موارد المياه البديلة. فعلى سبيل المثال فان العديد من الدول تفضل أن يتوفر لديها موارد مائية ذاتية تفي بكافة احتياجاتها مهما كان الثمن. وقد طرحت أفكار عديدة لنقل المياه بواسطة الأنابيب وعبر أقطار متعددة، ولكن لم يطبق أي منها لاعتبارات اقتصادية أو سياسية- جغرافية. وقد أظهرت دراسة أعدت من قبل مفوضية الطاقة النووية في فيينا عام 1992 بان تكلفة نقل المياه بواسطة ناقلات النفط من أوروبا إلى تونس تزيد على دولار أميركي واحد لكل متر مكعب، كما أظهرت نفس الدراسة بان تكلفة نقل المياه بواسطة الأنابيب لمسافة تزيد عن 300 كم أعلى من تكلفة إنتاجها بواسطة طرق التحلية.

وفي المناطق التي تعاني من نقص شديد في المياه العذبة، تعتبر هذه السلعة ثمينة جداً وذات أهمية إستراتيجية، وقد اكتسبت صفة السلعة الإستراتيجية لكونها ذات أهمية حيوية وسلعة نادرة، حالها في ذلك حال السلع الإستراتيجية الأخرى التي تتصف بالندرة والحاجة الحيوية لها مثل النفط وبعض المعادن الثمينة. والسلع الإستراتيجية المذكورة تتصف بخواص مشتركة أهمها:

1- الحاجة إلى توفيرها وتخزينها.
2- الحاجة إلى أعمال بحث وتطوير لتقليل استخدامها والمحافظة عليها ومعالجتها وإعادة استخدامها.
3- البحث عن موارد لبدائلها.

الأمن المائي في الوطن العربي

أولاً : مفهوم الأمن المائي العربي :

يقصد به التوفير المستمر لاحتياجات الوطن العربي من المياه لسد احتياجاته في مختلف المجالات ، وخاصة المنزلية والزراعية والصناعية ؛ لتحقيق التنمية المستدامة ، فالماء هو المحرك الرئيس للسياسات الاقتصادية والاجتماعية .

ثانياً : المسطحات المائية في الوطن العربي :

يمتلك الوطن العربي مسطحات مائية بعضها مالح يتمثل في البحار والمحيطات التي يطل عليها ، أو في البحيرات التي توجد في أراضية . وبعضها الأخر عذب مثل الأنهار والترع وبعض البحيرات الناتجة عن مشروعات الري كبحيرة ناصر قي مصر وبحيرة الثرثار في العراق .

المسطحات المائية المالحة :

1. يطل الوطن العربي على كل من المحيط الأطلسي والمحيط الهندي ، ويتميزان بأنهما من المحيطات الغنية بالثروات المائية .
2. يبلغ طول سواحل المملكة المغربية على المحيط الأطلسي نحو **1200** كيلو متر ، والصحراء المغربية **800** كيلو متر ، وموريتانيا **1000** كيلو متر ، فيكون المجموع 3ممم كيلو متر .
3. ويبلغ طول سواحل الصومال على المحيط الهندي **1800** كيلو متر .
4. والى جانب ذلك فإن للوطن العربي سواحل عظيمة الامتداد على البحر المتوسط والبحر الأحمر (الذي يعتبر بحيرة عربية) وخليج عدن وبحر العرب وخليج عُمان والخليج العربي.
5. أما بحيرات الوطن العربي فبعضها داخلي مثل البحر الميت وبحيرة قارون وبعضها ساحلي مثل مريوط وإدكو والبرلس والمنزلة .

المسطحات المائية العذبة :

1. نهر النيل في مصر والسودان، ونهر دجلة والفرات في العراق، وهي أنهار عملاقة تجري بها المياه طوال العام.
2. وهناك أنهار متوسطة مثل سيبو وأم الربيع وتنسفت وملوية في المملكة الغربية ، ونهري جوبا وشبيلي في الصومال ، ونهر العاصي في سوريا والليطاني في لبنان ، ونهر الأردن في الأردن وفلسطين ، ونهر السنغال عل حدود موريتانيا .
3. وهناك بحيرات نتجت عن إقامة مشروعات الري مثل بحيرة ناصر في مصر، وبحيرة الأسد على نهر الفرات في سوريا ، وبحيرة الثرثار في العراق.

أوجه استعمالات المياه في الوطن العربي لعام 2001م :

يستحوذ القطاع الزراعي على النصيب الأكبر من المياه المستعملة في الوطن العربي ، لذا لا بد من ترشيد استهلاك المياه في ذلك القطاع .

ثلثاً : كميات المياه في الوطن العربي :

تأمل الجدول الآتي، الذي يوضح كميات المياه المتوافرة في الوطن العربي ، والكميات المستخدمة منها حتى عام 2001م بالمليار م3.

الموارد المائية	الكمية المتوفرة	الكمية المستخدمة	الميزان المائي الكمية المتوافرة – الكمية المستخدمة
المياه السطحية	197،3	155،8	41،5
المياه الجوفية	43	23	20
مصادر أخرى (تحلية وتنقية)	14	14	-
المجموع	254،3	192،8	61،5

الجدول رقم (1) يمثل الميزان المائي في الوطن العربي حتى عام 2001م /مليار3

نلاحظ بالاعتماد على الجدول السابق وجود فائض مائي في الوطن العربي ككل يقدر بـ 61،5 مليار م3 ، إلا أن توزيعه يتباين تبايناً كبيراً بين الدول العربية .

الفائض المائي : يعني أن كميات المياه المتوافرة من الموارد المائية أكير من الكميات المستهلكة .

العجز المائي : يعني أن كميات المياه المستهلكة أو المطلوبة من الموارد المائية أكبر من الكميات المتوافرة .

رابعاً : الصورة المستقبلية للأمن المائي العربي عام 2030م :

إن موضوع المياه يكتسب أهمية خاصة في الوطن العربي بالنظر لمحدودية المتاح منها كمياه الشرب وطبقاً للمؤشر الذي يفضي إلى أن أي بلد يقل فيه متوسط نصيب الفرد فيه من المياه سنوياً عن 1000- 2000 متر مكعب يعتبر بلداً يعاني من ندرة مائية ، وبناءً على ذلك فان 13 بلداً عربياً تقع ضمن فئة البلدان ذات الندرة المائية. وهذه الندرة في المياه تتفاقم باستمرار بسبب زيادة معدلات النمو السكاني العالية. ويوضح تقرير البنك الدولي لسنة 1993م أن متوسط نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة والقابلة للتجدد في الوطن العربي (مع استبعاد مخزون المياه الكامنة في باطن الأرض) سيصل إلى 667 متراً مكعبا في سنة 2025م بعدما كان 3430 مترا مكعبا في سنة 1960م، أي بانخفاض بنسبة 80٪. أما معدل موارد المياه المتجددة سنوياً في المنطقة العربية فيبلغ حوالي 350 مليار متر مكعب، وتغطي نسبة 35٪ منها عن طريق تدفقات الأنهار القادمة من خارج المنطقة، إذ يأتي عن طريق نهر النيل 56 مليار متر مكعب، وعن طريق نهر الفرات 25 مليار متر مكعب، وعن طريق نهر دجلة وفروعه 38 مليار متر مكعب. وتحصل الزراعة المروية على نصيب الأسد من موارد المياه في العالم العربي، حيث تستحوذ في المتوسط على 88٪، مقابل 6.9٪ للاستخدام المنزلي، و5.1 %للقطاع الصناعي. وقد حدد معهد الموارد العالمية منطقة الشرق الأوسط

بالمنطقة التي بلغ فيها عجز المياه درجة الأزمة، وأصبحت قضية سياسية بارزة، خاصة على امتداد أحواض الأنهار الدولية .

وقد غدا موضوع المياه مرشحاً لإشعال الحروب في منطقة الشرق الأوسط وفقاً لتحليل دوائر سياسية عالمية، خاصة أن اغلب الأقطار العربية لا تملك السيطرة الكاملة على منابع مياهها. فأثيوبيا وتركيا وغينيا وإيران والسنغال وكينيا وأوغندا وربما زائير أيضاً هي بلدان تتحكم بحوالي **60**٪ من منابع الموارد المائية للوطن العربي.

ويدور الحديث الآن حول ارتباط السلام في الشرق الأوسط بالمياه بعد اغتصاب إسرائيل لمعظم نصيب دول الطوق العربي من المياه. كما أن بعض الدول أخذت تتبنى اقتراحاً خطيراً للغاية يتمثل في محاولات إقناع المجتمع الدولي بتطبيق اقتراح تسعير المياه، وبالتالي بيع المياه الدولية. ويقع على رأس هذه الدول تركيا وإسرائيل. والأخطر من ذلك تبني بعض المنظمات الدولية (كالبنك الدولي ومنظمة الفاو) لتلك الاقتراحات، متناسين حقيقة الارتباط الإجمالي العالمي للأمطار**1،5**٪ في المتوسط بينما تتعدى مساحته **10**٪ من إجمالي يابسة العالم، فان واقع الحال في المشرق العربي يبدو أكثر تعقيداً، إذ لا يتعدى نصيبه **0.2** ٪ من مجمل المياه المتاحة في العالم العربي، في الوقت الذي ترتفع فيه معدلات الاستهلاك بشكل كبير. فخلال الفترة **1980- 1990** تضاعف الطلب على المياه لأغراض الزراعة في دول مجلس التعاون ثماني مرات، رغبة منها في تحقيق الاكتفاء الذاتي بالنسبة لبعض المواد الغذائية، كما ازداد الاستهلاك المنزلي بمقدار ثلاثة أمثاله، خلال نفس الفترة، بسبب تحسن مستوى المعيشة. وأهمية موضوع المياه محلياً، بل وإقليمياً، تكمن في الواقع في صلاته المباشرة بجهود التنمية بوجه عام، وبصلاته الوثيقة بالقطاع الزراعي بوجه خاص، والواقع أن سياسات الدعم الحكومي للقطاع الزراعي تعتبر أحد ابرز الأسباب المؤدية إلى مشاكل استنزاف المياه الجوفية. إلا أن تلك الصلات لا تتوقف عند ذلك الحد، بل تمتد لتطال موضوعات عدة، ربما انطوى كل منها على تحد، كالبيئة والموارد الطبيعية وحتى عجز الميزانية العامة للدولة .

وفي دراسة عن مستقبل المياه في المنطقة العربية توقعت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ظهور عجز مائي في المنطقة يقدر بحوالي 261 بليون م3 عام 2030، فقد قدرت الدراسة الأمطار التي هطلت في الدول العربية بنحو 2238 بليون م3 يهطل منها 1488 بليون م3 بمعدل 300 ملم على مناطق تشكل 20٪ من مساحة الوطن العربي ونحو 406 بلايين م3 تهطل على مناطق أكثر جفافاً يتراوح معدل أمطارها بين 100 و 300 ملم بينما لا يتجاوز هذا المعدل 100 ملم في المناطق الأخرى. وأوضحت الدراسة التي ناقشها وزراء الزراعة والمياه العرب أن الوطن العربي يملك مخزوناً ضخماً من الموارد المائية غير المتجددة يعتبر احتياطاً استراتيجياً ويستثمر منه حالياً حوالي 5٪ وتقدر كمية المياه المعالجة والمحلاة بنحو 10.9 بلايين م3 سنوياً منها 4.5 بلايين م3 مياه محلاة و6.4 بلايين م3 مياه صرف صحي وزراعي وصناعي. أما بالنسبة للحاجات المائية المستقبلية فهي مرتبطة بمعدلات الزيادة السكانية في العالم العربي التي أصبحت بين الأعلى في العالم. فمن المتوقع أن تصل إلى 735 مليون نسمة عام 2030 مقابل 221 مليون نسمة عام 1991. ولتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية، أولاً: تنمية مصادر مائية جديدة واستثمار مصادر مائية جوفية ممثلة في أحواض دول عدة. أما الحل الثاني: فيتمثل في ترشيد استخدامات المياه وحمايتها.

خامساً: توزيع الموارد المائية في الوطن العربي:

يقع حوالي 80٪ من المساحة الكلية للوطن العربي في المناطق المناخية الجافة وشبه الجافة التي تتسم بسقوط متذبذب للأمطار على مدار السنة، وبالتغير في كمياته من سنة إلى أخرى. وإذا كانت مساحة الوطن العربي تمثل 10.2٪ من مساحة العالم فإن موارده المائية لا تمثل سوى 0.5٪ من الموارد المائية المتجددة العالمية، كما لا يتجاوز معدل حصة الفرد العربي حاليا من الموارد المائية المتاحة، حدود 1000 متر مكعب سنويا. مقابل 7000 متر مكعب للفرد كمتوسط عالمي.

وتشير بعض المصادر إلى أن جملة الموارد المائية المتاحة (المتجددة) في الوطن العربي تقدر بما يقارب 265 مليار متر مكعب في السنة، تتوزع بين 230 مليارا كمياه سطحية و35 مليارا كمياه جوفية؛ بالإضافة إلى بعض المياه الناجمة عن إعادة استخدام المياه العادمة من الصناعة والصرف الصحي وتلك المتأتية من تحلية المياه المالحة.

ورغم ضعف مستوى حصة الفرد العربي من الماء في الوقت الحاضر فإن التنبؤات المستقبلية تشير إلى أن هذا المستوى سوف ينخفض إلى حدود 460م2 في السنة بحلول عام 2025، وأنه سيصبح أكثر من نصف الوطن العربي تحت خط الفقر المائي (التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2001, ص 38). تضاف إلى ذلك احتمالات تناقص كميات المياه التي ترد من الخارج بسبب بعض الخلافات مع دول الجوار المشتركة معها في مصادر هذه المياه, والتي تمثل 50٪ من المياه المتاحة عربيا والواردة أساسا من نهر النيل ونهري دجلة والفرات ونهر السنغال.

وتتوزع المياه السطحية المتاحة في الوطن العربي كما يلي (حسب التقرير الموحد، 2001):

1. 38.5٪ من مجموع المياه السطحية المتاحة عربيا في الإقليم الأوسط (مصر والسودان والصومال وجيبوتي).
2. 37٪ منها في إقليم المشرق الغربي (الأردن وسوريا ولبنان والعراق وفلسطين).
3. 19.7٪ في دول المغرب العربي (ليبيا وتونس والجزائر والمغرب وموريتانيا).
4. 4.8 في شبه الجزيرة العربية (اليمن ودول مجلس التعاون الخليجي).

استخدامات الموارد المائية:

تقدر استخدامات المياه في الدول العربية بما يناهز 190.7 مليار متر مكعب سنويا وهو ما يمثل نسبة 72٪ من مجموع الموارد المائية المتاحة. وتتوزع هذه الاستخدامات بين قطاع الزراعة بنسبة 87٪ والاستخدام المنزلي بنسبة 8٪ والاستخدامات الصناعية بنسبة 5٪.

وتعكس أهمية النسبة التي يستحوذ عليها قطاع الزراعة من جملة استخدامات المياه، ضرورة استعمال التقنيات المتطورة من أجل عقلنة وترشيد استخدام المياه في هذا القطاع.

وتعادل جملة الاستخدامات المائية في الزراعة في الوطن العربي **166.5** مليار متر مكعب في السنة، منها حوالي **157** مليارا تستخدم سنويا في الري السطحي. وتقدر كفاءة هذا النظام بـ **38**٪ في السنة، مما يعكس أن نسبة هامة من الموارد المائية تضيع هدرا وتسربا وتبخرا وتلوثا. ويعزى الهدر في الموارد المائية إلى عدة عوامل من بينها تدني مستوى كفاءة إدارة الموارد المائية، وتدني مستوى أو حتى فقدان الوعي المائي وما يرتبط به من إسراف وتبذير وتلويث للمياه، وتخلف مستوى التجهيزات والبنية التحتية في مجال استخدام المياه في أغلب الدول العربية بصورة عامة، واستخداماتها في الري بصورة خاصة.

وهنا نشير إلى ضرورة ترشيد استخدام الموارد المائية المتاحة عربيا والحاجة الملحة إلى العمل على توفير المزيد من هذه الموارد، وهو ما يستوجب تكافل الجهود العربية وتكاملها من أجل الحد من سوء استغلال المياه المتاحة اللازمة لإنتاج زراعي يقابل الطلب على الغذاء في وطننا العربي.

سادساً: أسباب العجز المائي في الوطن العربي :

1. عوامل طبيعية تتعلق بالظروف المناخية الجافة السائدة في معظم أجزائه .
2. عوامل بشرية تتعلق بارتفاع مستوى المعيشة ، وزيادة معدلات التصنيع ، وزيادة الرقعة الزراعية المروية وزيادة الاستهلاك المنزلي ، مما يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه .
3. عوامل إدارية تتعلق بضعف القدرة على إدارة الموارد المائية، والحفاظ عليها ، وترشيد استهلاكها ، ومنع استنزافها.

4. تلوث المياه مما يحد من القدرة على استخدامها في الاستعمالات المنزلية والزراعية والصناعية حيث تلقي كثير من الصناعات مخلفاتها الصناعية في الأنهار والسدود ، وتلوث مياهها وتحد من القدرة على استخدامها .
5. عوامل سياسية تتعلق بسيطرة قوى خارجية على نسبة عالية من مصادر المياه السطحية في الوطن العربي ، مما يقلل حصص البلدان العربية من الماء ، فيعتمد 60٪ من سكان الوطن العربي على مياه أنهار دولية تنبع من خارج أراضيه ، بالإضافة إلى ضعف التعاون بين الدول العربية المتجاورة المشتركة بالمياه.

سابعاً : العوامل التي ساهمت في بلورة أزمة المياه في الوطن العربي:

1. وضع إطار عام لخطة التكامل العربي للمحافظة على الحقوق العربية وآلية التطبيق في إطار منظومة العمل المشترك بين الدول العربية.
2. أن تعمل الدول العربية في ظل ظروف سياسية ملائمة بين الأطراف المعنية ، وضرورة الانتباه إلى الأطماع الإسرائيلية.
3. ضرورة العمل على خلق الوعي وتوظيف الاستثمارات العربية في تقنيات استخدامات المياه وإدارتها بشكل علمي.
4. إيجاد أنظمة للصرف الصحي خاصة مع تزايد أعداد السكان.
5. يجب التخلص من العادات التي تؤدى إلى إهدار الموارد المائية وذلك عن طريق حملات إعلامية ترشد المواطن العربي.
6. ضرورة اتخاذ إجراءات عاجلة للحفاظ على موارد المياه الجوفية والاستغلال الأمثل لها.
7. تبادل الخبرات في مجال المياه بين الدول العربية.

الوحدة الرابعة

الموارد المائية في الوطن العربي

الوحدة الرابعة

الموارد المائية في الوطن العربي

تمتد معظم أراضي الوطن العربي في مناطق جافة وشبه جافة، وذلك لوقوع أكثر من 80٪ من الوطن العربي ضمن النطاق الصحراوي الجاف إلا أننا يمكن أن نقسم الوطن العربي إلى ثلاثة أقسام بالنظر إلى توفر المياه وذلك كما يلي:

1. دول تتميز بوجود فائض مائي دائم (طوال العام) وهي مصر والسودان والعراق ، بسبب الأنهار الموجودة في تلك الدول مثل النيل ودجلة والفرات وروافدهما .
2. دول تتميز بوجود فائض مائي في فصل الشتاء وعجز مائي في شهر الصيف وهي سوريا ولبنان والأردن وفلسطين وتونس والجزائر والمغرب واليمن والصومال (في فصل الصيف) .
3. دول تتميز بوجود عجز مائي دائم طوال العام وهي بقية الدول العربية الواقعة في الصحراء الكبرى وصحراء شبه الجزيرة العربية .

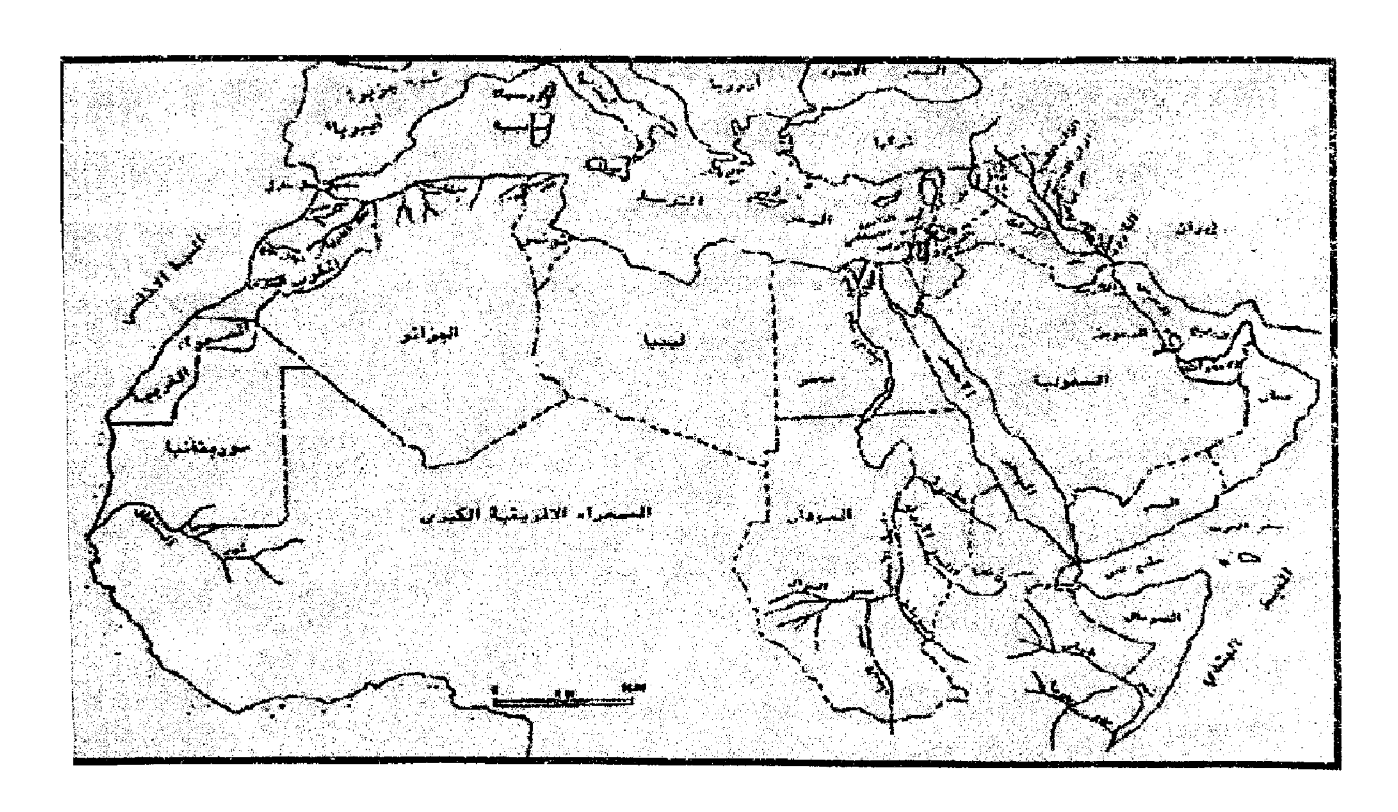
لذلك فإن الوطن العربي يعاني من عجز مائي ، نظراً لموقعه الجغرافي وسيادة ظروف الجفاف . وقد عمدت كثير من الدول العربية إلى استغلال المياه الجوفية في صحاريها لتلبية احتياجاتها الزراعية والصناعية والشرب ، وسيؤدي ذلك إلى استنزاف كبير في مياه الوطن العربي الجوفية في العقود القادمة من القرن الواحد والعشرين .

ويظهر الوضع المائي في الوطن العربي على النحو التالي :

أولاً : المياه السطحية

المقصود بالمياه السطحية: كل ما ينساب على سطح الأرض من ماء عذب بقنوات الأنهار الدائمة ، أو بمسارب السيول المؤقتة في أودية الجهات الجافة ، وهي جميعاً موارد يمكن ، إذا أحسن التخطيط ، الاستفادة منها بطرق شتى .

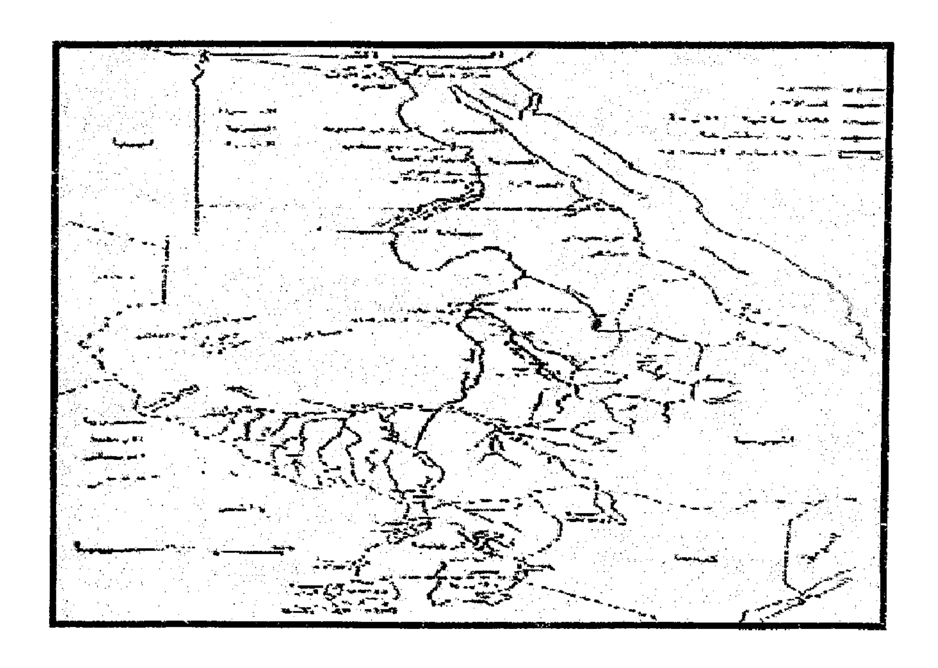
وتتمثل المياه السطحية بمياه الأمطار التي تعتبر المصدر الرئيس للأمطار العذبة ، فالأمطار الهاطلة تتحول بعد قليل من سقوطها إلى ماء جار سرعان ما يتحد في خيوط صغيرة لتتحد هي الأخرى مكونة السيول والأودية وحتى تصل إلى الأنهار الصغيرة والمتوسطة والكبيرة . ويتميز الوطن العربي بوجود عدة انهار دولية وذات تصريف مائي مرتفع كما هو الحال في انهار النيل وروافده ودجلة وروافده والفرات وروافده بالإضافة إلى العديد من الأنهار الداخلية الصغيرة والتي تكون معظمها في مناطق إقليم البحر المتوسط ، حيث تتجه معظم مياه هذه الأنهار لتصب في البحر المتوسط . شكل يمثل الأنهار في الوطن العربي



ثانياً :الأنهار في الوطن العربي

1) نهر النيل :

ينبع نهر النيل من هضبة البحيرات (فكتوريا ، البرت ، كيفروكيوجا) وبالتحديد من المنطقة الاستوائية ويتجه شمالاً بعد أن تتحد عدة روافد مهمة مثل كاجيرا وروفو وبتافارنجو بالإضافة إلى العديد من الروافد الصغيرة التي تدخل بحيرة فكتوريا والتي تشكل 20٪ من إيرادات مياه نهر النيل وبعد بحيرة فكتوريا يخرج النهر ليصل إلى بحيرة كيوغا ثم بحيرة البرت ، وبعد ذلك يتجه شمالاً ليدخل إلى السودان باسم بحر الجبل ويستمر بعد ذلك ليلتقي به رافده الرئيس بحر الغزال القادم من الجهة الغربية ، وذلك قبل أن يصبح اسمه النيل الأبيض ويستمر بعد ذلك حتى يلتقي به أول رافد قادم من أثيوبيا وهو نهر سوباط ، ويستمر بالاتجاه شمالاً ليرفده نهر النيل الأزرق عند الخرطوم والى الشمال من الخرطوم يلتقي برافده عطبرة . والأنهار الثلاثة سوباط والنيل الأزرق وعطبرة تأتي كلها من أثيوبيا . وقبل دخوله الأراضي المصرية يعترض النيل ستة مساقط مائية ، تدعى بمنطقة الشلالات . ويجري نهر النيل في مصر مسافة 1500 كم بدءاً من الحدود السودانية ، وقد أقيم السد العالي جنوب مدينة أسوان والذي أدى إلى تكون بحيرة تبلغ سعتها 160 مليار م^3 وتسمى بحيرة السد ببحيرة ناصر ، وينتهي النهر باتجاه الشرق بين لأقصر وقنا ثم ينحرف إلى الغرب ثم الشمال الغربي والشمال ماراً بأسيوط وآلمينا والقاهرة والى الشمال من القاهرة تبدأ دلتا النيل ويتفرع النهر هنا إلى فرعين رئيسين هما : الفرع الشرقي دمياط والفرع الغربي وهو الرشيد ويكونا بذلك دلتا نهر النيل الكبرية ، ويبلغ طول نهر النيل 6700 كم ، ويبلغ معدل حجم تصريفه السنوي 90 مليار م^3 .



شكل يمثل نهر النيل

2) نهر الفرات :

يعتبر نهر الفرات ثاني أطول أنهار الوطن العربي حيث يبلغ طوله **2150** كم ، يجري في تركيا لمسافة **500** كم ويبلغ طوله في سوريا **700** كم وفي العراق يزيد طوله عن **1150** كم . وينبع نهر الفرات من سفوح جبال طوروس الجنوبية وأهم روافده نهر فرات صو ومرادصو ، حيث يلتقي هذان الرافدين ليشكلا نهر الفرات ويقطع جبال طوروس عبر خانق عميقة . بعد ذلك يدخل نهر الفرات الأراضي السورية ، وقد أقيم سد الطبقة أو سد الثورة الذي حجز مياه نهر الفرات في بحيرة يطلق عليها بحيرة الأسد التي تبلغ مساحتها **630** كم ^{2}. ويتراوح عرض مجرى النهر في سوريا بين **100** متر و **1500** متر في فصل الفيضان ، ومن أهم روافده في سوريا نهر بليخ الفرات الذي يقدر تصريفه بنحو **150** مليون م ^{3} سنوياً . ونهر الخابور الذي يرفد نهر الفرات جنوب مدينة دير الزور ويبلغ معدل حجم التصريف السنوي لنهر الخابور **1.5**م م ^{3} ، ومن الروافد المهمة لنهر الفرات في سوريا نهر الساجور.

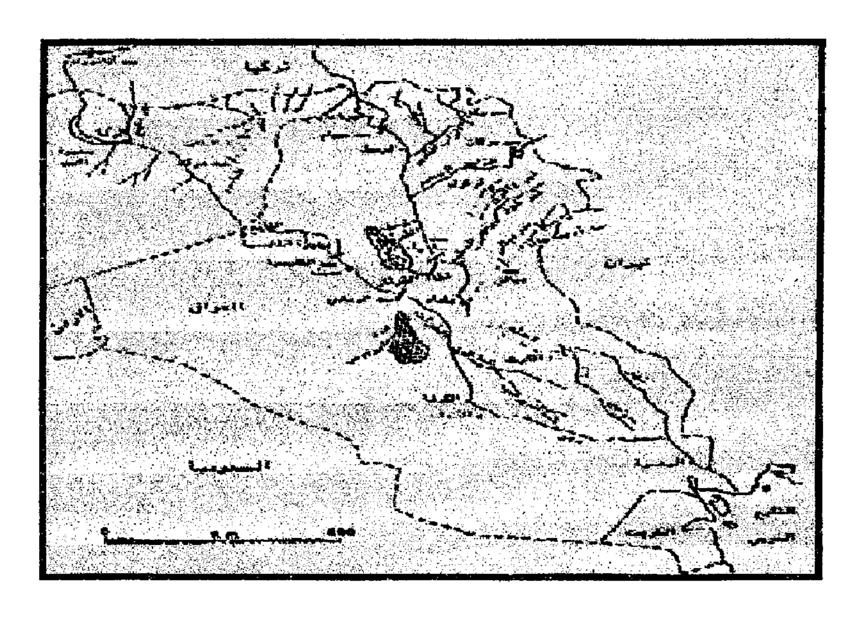
ثم يدخل نهر الفرات إلى أراضي العراقية بالقرب من مدينة البوكمال بتصريف يقدر بـ 300 م ^{3}/ ث ويتراوح عرضه بين 200 ـ 1000 متر ويقترب نهر الفرات من نهر دجلة عند الرمادي بالقرب من بغداد لتصل المسافة بينهما 35 كم ، ويتجه النهر نحو الجنوب الشرقي ثم إلى الجنوب تحت اسم شط الهندية حتى يصل الكوفة حيث يسمى شط الكوفة ، وبعد مدينة السماوه يتفرع النهر إلى عدة فروع ثم يلتقي النهران حتى يصب في الخليج العربي جنوب شرق الفاو.

3) نهر دجلة :

ثالث أنهار الوطن العربي طولاً ، حيث يبلغ طوله 1800 كم يجري منها في الأراضي العراقية 1400 كم داخل الأراضي العراقية ، وتبلغ مساحة حوضه 340 ألف كم ^{2}.

ينبع نهر دجلة من جبال طوروس في تركيا وترفده عدة روافد يسار مجرى النهر فقط وأهمها :

1. الخابور والذي يبلغ طوله 245 كم ، ويلتقي مع نهر دجلة عند فيشاخابور .
2. الزاب الكبير ويصل طوله 362 كم ويلتقي مع نهر دجلة عند بلدة شورة ويشكل الزاب الكبير 33٪ من مصادر نهر دجلة .
3. الزاب الصغير ويبلغ طوله 400 كم إلا أنه يشارك بكمية أقل في تصريف نهر دجلة حيث يشكل 16،6٪ من مياه نهر دجلة .
4. العظيم وهو واد مؤقت الجريان ، حيث تجري مياهه في فصل الشتاء ، ويبلغ معدل التصريف السنوي لنهر دجلة 1400 م ^{3}/ث عند مدينة بغداد وتزيد هذه الكمية عن 50 مليار متر مكعب سنوياً .



شكل يمثل نهر دجلة والفرات

4) نهر الملوية :

من انهار المغرب ، وينبع من جبال أطلس الأعلى وأطلس الأوسط ويصب في البحر المتوسط ويبلغ طوله **480** كم ويبلغ معدل تصريفه **24**م^3/ث . وقد أقيم عليه سدان هما سد محمد الخامس والذي يشكل بحيرة تقدر مساحتها بنحو **4200** هكتار،وسد حمادة.

5) نهر سيبو :

ينبع من سفوح جبال أطلس الوسطى وجبال أطلس الريف في الشمال ويصب في المحيط الأطلسي ويبلغ طوله **650** كم ، ويبلغ حجم تصريفه السنوي **4400** مليون م^3.

6) نهر أم الربيع :

ينبع من جبال أطلس الوسطى وجبال أطلس العليا وإلى الشمال من منابع نهر الملوية ، ويصب في المحيط الأطلسي شمال مدينة الدار البيضاء . وقد بني سد صلاح بالقرب من الدار البيضاء وسد وادي أم الربيع ، ويبلغ حجم تصريفه السنوي 3،7 مليون م^3.

7) نهر أبي رقراق :

ينبع من جبال أطلس الوسطى ويصب في المحيط الأطلسي ويبلغ حجم تصريفه السنوي 560 مليون م^3. ويفصل نهر أبي الرقراق بين مدينة سلا ومدينة الرباط.

8) نهر تنسيفت :

ينبع من الهضبة المراكشية شمال شرق مدينة مراكش ثم يتجه غرباً ثم شمال غرب ليصب في المحيط الأطلسي جنوب ميناء الصافي .

9) نهر سوس :

ينبع من جبال أطلس جنوب مراكش عند جبال طوبقال ويتجه نحو الجنوب الغربي ليصب في المحيط الأطلسي عند مدينة أغادي ، ويبلغ طوله 200 كم وحجم تصريفه السنوي 250 مليون م^3.

10) نهر درعه :

وينبع من جبال أطلس الأعلى ، ويصب في المحيط الأطلسي ، شمال غرب طافطان ، ويبلغ حجم تصريفه 450 مليون م^{3}سنوياً .

11) نهر المجردة :

ينبع نهر المجردة من جبال أطلس في الجزائر ويجري باتجاه الشمال الشرقي حيث يدخل الأراضي التونسية ويصب في البحر الأبيض المتوسط شمال خليج تونس.

12) نهر السنغال :

كان يعرف بنهر صنهاجة حتى بداية الاستعمار الفرنسي ، ثم تحول الاسم إلى نهر السنغال بعد دخول الفرنسيين ، وينبع من مرتفعات فوتاجالو في غينيا ويصب في المحيط الأطلسي ،ويشكل مجرى نهر السنغال الحدود السياسية بين السنغال وموريتانيا ، وتبلغ حصة موريتانيا من مياه النهر 12٪.

13) نهر شبيلي :

ينبع نهر شبيلي من الهضبة الإثيوبية ويدخل الأراضي الصومالية ويلتقي مع رافده جوبا قبل أن يصب في المحيط الهندي عند مدينة كسمايو ، ويبلغ طوله 2000 كم.

14) نهر الأردن :

ينبع نهر الأردن من منطقة جبال الشيخ ويتشكل من ثلاث روافد تشكل منابعه الرئيسية وهي الحاصباني وبانياس والدان ، ويتجه نحو الجنوب ليدخل بحيرة طبرية التي تنخفض إلى 209 متر تحت مستوى سطح البحر ، ثم يخرج من بحيرة طبرية ليستمر في اتجاهه جنوباً ويلتقي بعدة روافد له مثل نهر اليرموك ونهر الزرقاء ، بالإضافة إلى عدة أودية منها العرب واليابس وشعيب ومن غربه يلتقي بأودية العوجا والقلط . ويصب في البحر الميت الذي ينخفض 409 م عن مستوى سطح البحر .

15) نهر الليطاني :

ينبع نهر الليطاني من منطقة جنوب بعلبك ويصب في البحر المتوسط شمال مدينة صور ، حيث يسمى نهر القاسمية ، ويبلغ طوله 160 كم وحجم تصريفه السنوي 750 م^3.

وتوجد عدة أنهار في لبنان تنبع من سلسلة جبال لبنان وتصب في البحر المتوسط وهي النهر الكبير ونهر الأولي والدامور والكلب وإبراهيم ونهر البارد .

16) نهر بردى:

ينبع نهر بردى من جبال لبنان ويتجه شرقاً ويبلغ طوله حوالي **80** كم .

17) نهر العاصي :

ينبع نهر العاصي من شمال بعلبك ويتجه شمالاً ويشكل بحيرة حمص ، ثم يجري في وادي ضيق بين حافتين بين حمص والرستن ، ويتجه شمالاً ليدخل سهل الغاب حيث يلتقي بعدة روافد أهمها عفرين ويصل النهر مدينة أنطاكيا ويصب في البحر المتوسط . ويبلغ طوله **370** كم ويبلغ حجم تصريفه السنوي **450** مليون م^3 .

ثالثاً: المياه الجوفية

لولا المصادر الجوفية من الماء العذب لبقيت مساحات واسعة في الوطن العربي خلواً تماماً من كل بشر ، لا بالصحراء الداخلية فحسب ، بل وفي نطاق السهوب والبحر المتوسط . وحتى بالمناطق القريبة من مصادر المياه السطحية للأنهار التي تعبر الصحراء، قد يصبح الماء الجوفي تحت أراضي تلك المناطق أيسر مورداً من استجلاب مياه الأنهار في قنوات أو أنابيب.

ويتفوق الماء الجوفي على الماء السطحي في عدة أوجه ، فالخزانات الجوفية إن لم تستنزف تظل بها المياه على مدار السنة ، بعكس المياه السطحية التي قد تتعرض لذبذبات خطيرة من موسم لآخر ، ومن عام لعام . كذلك تخلو المياه الجوفية عادة من الشوائب ولأكدار ، ولا تتعرض للتلوث بالنفايات العضوية على نحو ما يصيب المياه السطحية المخزونة في البرك ، التي تأسن ، وينبغي لذلك تصنيفها وتنقيتها قبل

استعمالها للشرب ، غير أن المياه الجوفية في حالات غير قليلة قد تتحمل بالأملاح المذابة ، التي إن تعدت حداً معيناً أضحت قليلة النفع للشرب أو الزراعة.

الوحدة الخامسة

بعض المشاريع المائية الضخمة في الوطن العربي

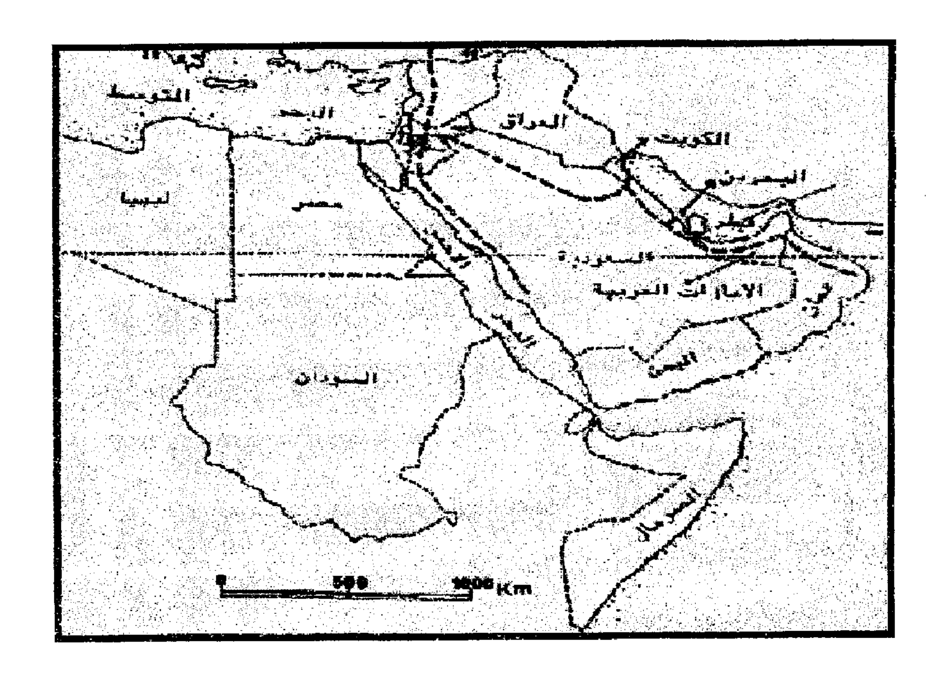


الوحدة الخامسة

بعض المشاريع المائية الضخمة في الوطن العربي

أولاً : مشروع أنابيب السلام

وفي مجال البحث عن مصادر أخرى للمياه ، تسعى الدول العربية التي تعاني من شح في المياه، إلى استيرادها من الدول الأخرى المحيطة التي تتوفر فيها ، وخير مثال على ذلك مشروع أنابيب السلام التركية ، الذي يهدف إلى ضخ مياه الأنهار التركية إلى الدول العربية الخليجية التي تعاني من نقص شديد في المياه ، وحسب الاقتراح الأساسي فإن أنابيب مياه ضخمة ستبحر مياه نهر سيحون ، وجيحون ، في تركيا إلى الأردن ، و(إسرائيل) ودول الخليج العربية عبر سوريا ، وفي الأردن تتفرع أنابيب المياه إلى فرعين : أحدهما يذهب إلى غرب المملكة العربية السعودية ، لتزويد منطقة الحجاز (تبوك ، والمدينة، وينبع البحر ، وجدة ، ومكة المكرمة) ، والفرع الثاني إلى شرق شبه الجزيرة العربية ، إلى الكويت ، وقطر ، وشرق السعودية، والإمارات العربية المتحدة ، وتقدر كميات المياه التي من المتوقع أن ينقلها الأنبوب إلى سوريا ،نحو 1200 مليون م^3 سنوياً ، والى الأردن 600مليون م^3 ،والى غرباً السعودية نحو 1500 مليون م^3 ،والى الكويت 600 مليون م^3 ، والى شرق السعودية نحو 800 مليون م^3 ، والى قطر 100مليون م^3 ، والى الإمارات العربية المتحدة نحو 520مليون م^3 ، وبذلك فإن أنابيب السلام ستكون قادرة على نقل نحو 2،5 مليار م^3 من المياه سنوياً.



شكل يمثل مشروع أنابيب السلام التركية

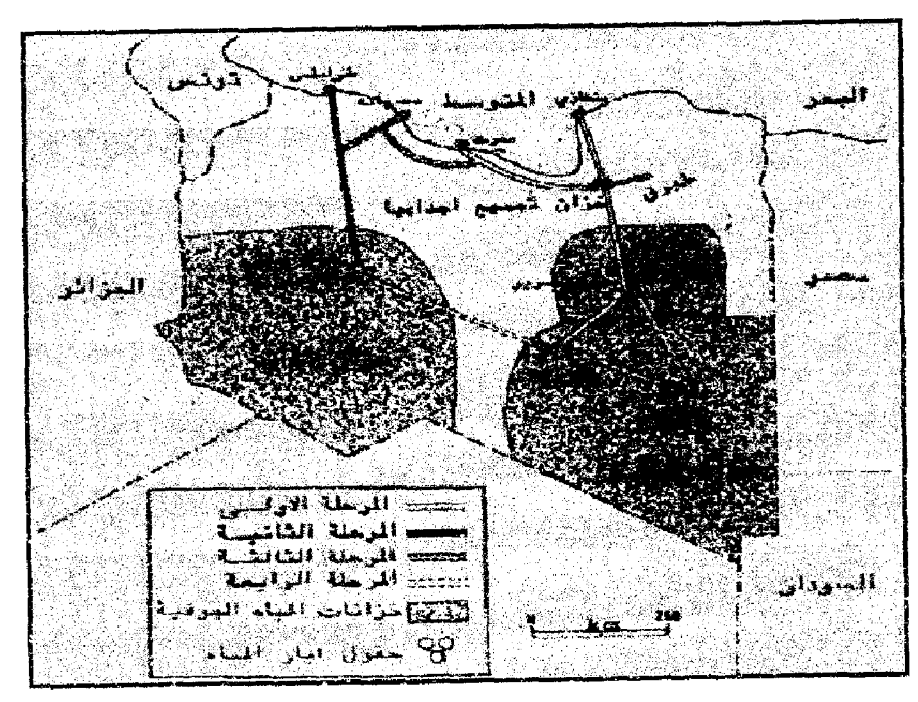
وقد كان الرئيس التركي الراحل تورغورت اوزال ، قد أقترح مد شبكة من أنابيب الماء لنقل المياه التركية من نهري سيحون وجيحون إلى الدول العربية و(إسرائيل) . وقد سعت تركيا من خلال هذا الاقتراح إلى توفير المياه إلى

(إسرائيل) ، وبيعها للسعودية مقابل النفط ، كما يهدف المشروع إلى توفير المياه للأردن ،الذي يعاني من نقص شديد في المياه ، وقد اقترح أن يمر الأنبوب في سوريا ،بالقرب من حلب ،وحمص ،وحملة ،ودمشق ،إلى الأراضي الأردنية حتى يتفرع هناك إلى(إسرائيل) ،ويواصل سيره جنوبا إلى دول شبه الجزيرة العربية .وقد أثبتت الدراسات أن تكلفة المشروع قد تصل إلى نحو **20** مليون دولار ،وأنه يمكن أن ينقل نحو **2.5** مليار متر مكعب من الماء ،بتكلفة تعادل ثلث تكلفة تحليه ميله البحر .غير أن أكبر مشاكل المشروع هو النقص الكبير في كمية المياه ،الذي ستعاني منه كلمن سوريا والعراق ،إذا تم سحب مياه المشروع من نهر الفرات .إضافة إلى تردد الدول العربية في وضع مصادر المياه التي تعتمد عليها ،تحت السيطرة التركية.

1) مشروع النهر الصناعي العظيم في ليبيا :

دلت الدراسات الهيدرولوجية التي أجريت على الصحراء الليبية عام 1967م . على وجود كميات ضخمة من المياه الجوفية في واحات الكفرة والسرير ، ومنخفض فزان ، وقد أشارت التقارير إلى حجم المياه الجوفية المتوفرة ، يمكن أن تغطي كل مساحة الجماهيرية الليبية على ارتفاع مترين ، ويرى بعض الجيولوجيين ، أن مصادر المياه الجوفية في الصحراء الليبية هي : أما قديمة تعود للزمن الجيولوجي الرابع ، وأما مياه تسربت من نهر النيل عبر التجاويف الأرضية الباطنية ، وأما مياه تنحدر إلى الصحراء من جبال تبستي ، والعوينات ، واركنو في الجنوب وجنوب شرق البلاد.

ولكون الترب الصحراوية في جنوب ليبيا غير قابلة للزراعة ، فقد فشل مشروع ري الأراضي القريبة من المياه قبل عام 1969م . غير أنه وبعد ذلك ، تم التفكير في سحب المياه بواسطة أنابيب ضخمة إلى الساحل لري الأراضي الزراعية هناك . ومن العوامل الأخرى التي دفعت الحكومة الليبية إلى جر مياه الصحراء إلى الساحل . وجود التجمعات السكانية في المنطقة الساحلية ، وعدم كفاية الأمطار والمياه الجوفية لمشاريع التنمية الاقتصادية التي تسعى ليبيا لتحقيقها ، ولتقليل حجم الفاقد المائي الناجم عن التبخر ، أو التسرب ، جاءت فكرة نقل المياه بواسطة أنابيب خراسانية عملاقة قادرة على نقل نحو 5،5 مليون متر مكعب من المياه يومياً ،قطر الواحد منها 4 أمتار ، ويتم تصنيع هذه الأنابيب في مصنعين أيما لهذه الغاية في السرير ، والبريقة تديرها شركة كورية اعتباراً من عام 1984م . وقد تمكنت الحكومة الليبية من بناء الطرق اللازمة لنقل هذه الأنابيب الثقيلة التي يصل وزن الأنبوب الواحد منها ، والذي لا يزيد طوله عن 7،5 م ، إلى 68 طناً .



شكل يمثل النهر الصناعي العظيم في ليبيا

وعند الانتهاء من المشروع ، ستتوفر المياه لري 185،000 هكتار من الأراضي الزراعية بالحبوب في فصل الشتاء ، و100،000 هكتار في فصل الصيف ، وقد قدر حجم الناتج من الحبوب نحو مليون طن سنوياً ، كما سيساعد المشروع على تربية نحو 3 ملايين رأس من الأغنام ، وسيوفر المشروع المياه للمدن الساحلية ، إضافة إلى خلق فرص عمل جديدة لليبيين ، كما يهدف المشروع إلى توليد الطاقة الكهربائية للمنشآت الصناعية ، وخاصة صناعة الحديد والصلب ، وهذا سيؤدي بالطبع إلى توفير الطاقة النفطية المستهلكة حالياً .

وفي عام 1991م تم الانتهاء من بناء أنبوبين بقطر 4 أمتار لكل منهما ، يصلا حقل السرير الذي يحتوي على 15 بئراً ، وحقل تازربو ، الذي يحتوي على 120 بئراً مائياً بخزان ضخم سعته 4 ملايين متر مكعب من الماء عند اجدابيا ، ومن هناك تم مد أنبوبين أحدهما إلى بنغازي ، بطول 159 كم ، والآخر إلى سرت ، بطول 40كم ، وقد وصلت المياه إلى بنغازي عام 1991م ، وقد تم الانتهاء من انجاز هذه المرحلة ،

والتي تعتبر أكبر مرحلة في المشروع خلال أعوام ، وسيتم نقل مياه جبل الحساونة في الجنوب إلى طرابلس ، خلال خمسة أعوام في المرحلة الثانية من المشروع ، وفي المرحلة الثالثة ، سيتم ربط جبل الحساونة بالكفرة وتازربو ، وتتضمن المرحلة الرابعة من المشروع نقل المياه إلى منطقة طبرق، وأخيراً ومن خلال المرحلة الخامسة سيتم ربط شبكة المشروع بمنظومة واحدة تربط مختلف أنحاء ليبيا ، وقد احتفلت ليبيا بالانتهاء من المرحلة الثانية للنهر الصناعي العظيم ، والتي أوصلت المياه إلى طرابلس في 9/1/ 1996م .

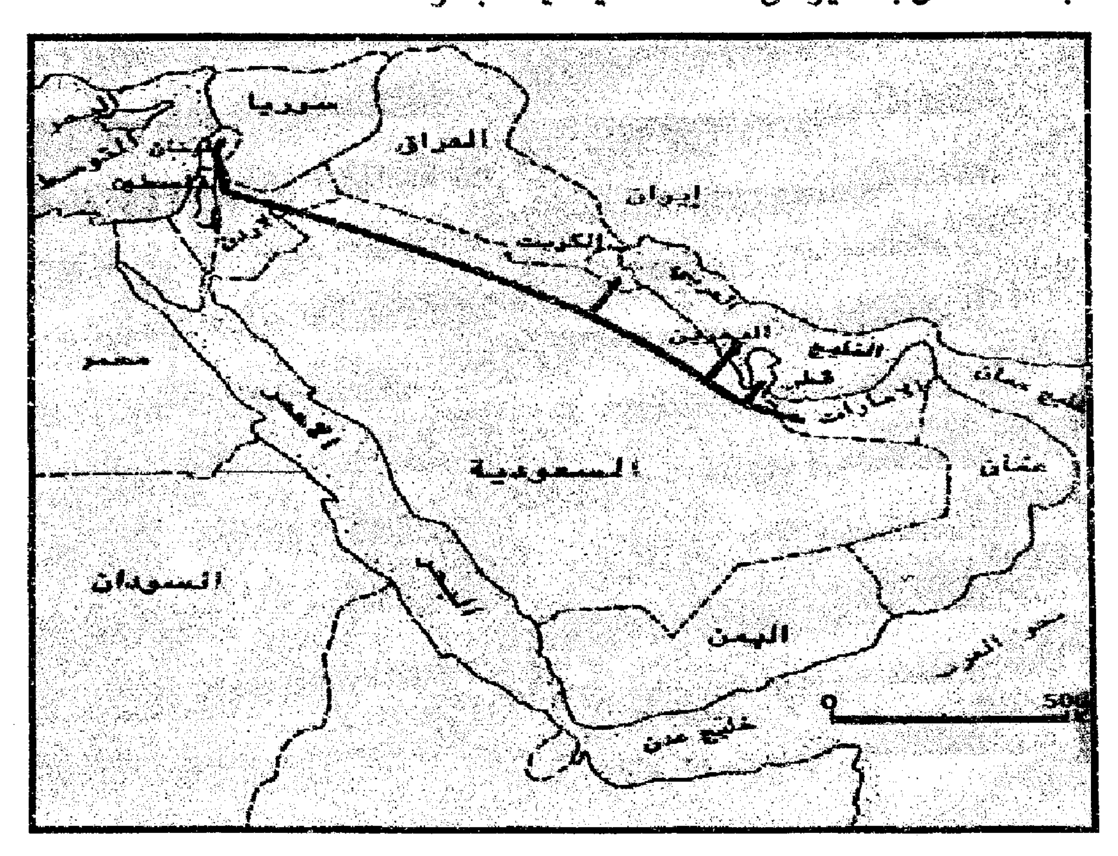
ثانياً : مشروع نقل المياه من لبنان إلى دول الخليج العربي

قدم احد الباحثين في شؤون المياه اقتراحاً إلى مؤتمر الخليج الأول للمياه الذي عقد في دبي في الفترة بين 10 ـ 14 تشرين الأول من عام 1992م ، لنقل نحو 750 مليون م^3 من مياه لبنان إلى دول الخليج العربية ، التي تعاني من نقص شديد في مواردها المائية ، وقد جاء هذا الاقتراح ، انسجاماً مع توصية المؤتمر القاضية بضرورة وضع خطط واستراتيجيات وطنية وإقليمية متكاملة لمعالجة مشكلة شح المياه في الوطن العربي .

ولبنان هو الدولة العربية الوحيدة التي لا تضم أراضيها مناطق صحراوية ، ويصل معدل سقوط الأمطار فيها إلى نحو 900 ملم سنوياً ، ويبلغ مجمل كميات المياه المتاحة في لبنان نحو 9400 مليون م^{3}من الماء سنوياً ، يتبخر منها 48٪ فقط ، ويبقى 4890 مليون م^3 ، تشمل مياه الأمطار ، والمياه السطحية ، والجوفية ، وتذهب بعض مياه الأنهار اللبنانية المنشأ إلى سوريا ، كما هو الحال بالنسبة إلى نهر العاصي ، الذي ينبع من سهل البقاع اللبناني ، ويمر في سوريا ، ويصب في خليج الاسكندرونة ، عند أنطاكيا ، ويبلغ معدل تصريف النهر السنوي نحو 415 مليون م^{3}سنوياً ، كما يحصل لبنان على نحو 95 مليون م^{3}من مياه النهر الكبير الجنوبي ، الذي يشكل الحدود الشمالية للبنان مع سوريا ، كما تشترك سوريا في مياه الحاصباني ، الذي ينبع من سفوح جبل حرمون في أراضيها ، ويتجه جنوباً ليدخل الأراضي الفلسطينية ،

ويشكل أحد روافد نهر الأردن الشمالية ، ومن المعروف أن معدل تصريف نهر الحاصباني يصل إلى نحو 160 مليون م^3 سنوياً .

ولا يستطيع لبنان السيطرة على مصادره المائية المتاحة ، بسبب التكاليف الباهظة ، وربما عدم الحاجة لكل تلك المصادر في الوقت الحالي ، ولذلك لان قسماً كبيراً من ثروات لبنان المائية تذهب هدراً إلى البحر ، أما بواسطة تصريف الأنهار ، أو نتيجة لتسرب المياه الجوفية للبحر واختلاطها بالمياه المالحة ، جاء اقتراح جر مياه الينابيع اللبنانية التي تغذي الأنهار الرئيسية ومن خلال أنفاق أراضية إلى جنوب لبنان ، حيث يتم نقلها بواسطة أنابيب طولها نحو 1500 كم إلى دول الخليج ، وسيؤدي هذا النقل إلى تقليل كمية المياه المهدورة في البحر من 2370 مليون م^3 سنوياً، إلى 1620 مليون م^3 سنوياً ،ويوفر كمية من المياه لا تقل عن 750 مليون م^3 سنوياً ، إلى دول الخليج بتكلفة تقل بكثير عن تكلفة تحلية مياه البحر .



شكل يمثل مشروع نقل المياه من لبنان إلى دول الخليج العربي

المياه الجوفية في الوطن العربي

1. مياه جوفية متجددة.
2. مياه جوفية غير متجددة.

أما المياه الجوفية المتجددة :فتتمثل في الطبقات الجوفية الواقعة في التراكيب الجيولوجية ضمن الإقليم المناخي للبحر المتوسط حيث تسقط أمطار تزيد عن **350** ملم سنوياً وتزيد في بعض الجهات عن **500** ملم سنوياً ، وتشمل هذه المناطق الجبلية في كل من سوريا ولبنان وفلسطين والأردن والجبل الأخضر في ليبيا وجبال أطلس العليا والوسطى في دول المغرب العربي .

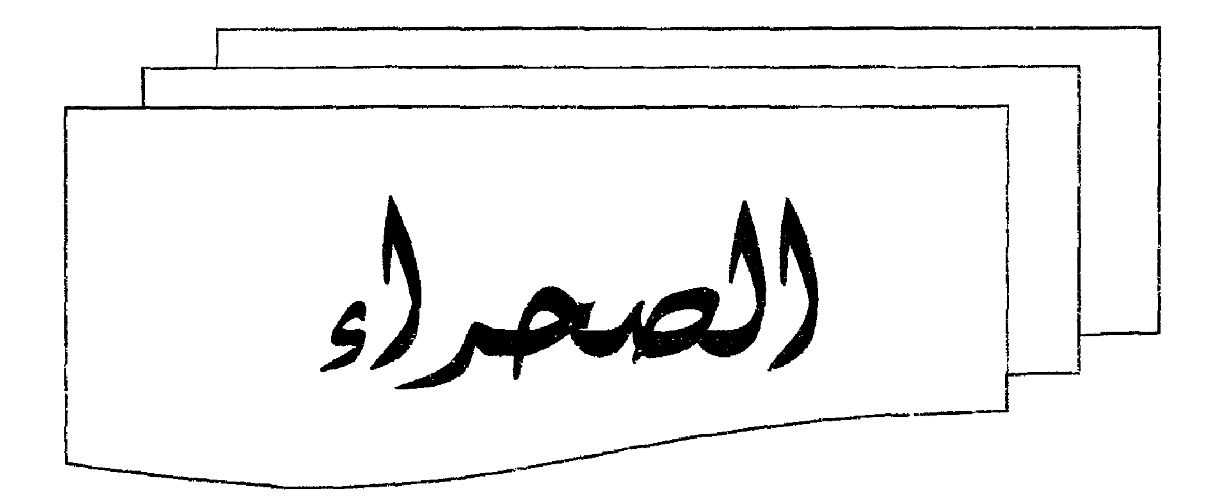
وتوجد المياه الجوفية غير المتجددة :في باقي أراضي الوطن العربي والتي تغطي حوالي **80**٪ من مساحة الوطن العربي وهي المناطق الصحراوية ، والمياه الجوفية غير المتجددة في الوطن العربي هي مياه قديمة ، احفورية أي أنها تسربت إلى الطبقات الجوفية وذلك عندما كانت الصحراء العربية في فترة الزمن المطير (عصر البلايستوسين) ويقدر عمرها بأكثر من عشرة آلاف سنة.

أنظر جدول رقم (2) الذي يوضح كميات الموارد المائية السطحية والجوفية في الوطن العربي بالإضافة إلى كميات المياه المستخدمة منها .

الموارد المائية	الكمية	المستخدم منها	الفائض
الموارد المائية السطحية	197،3	155،8	41،5
الموارد المائية الجوفية	43	23	25
مصادر أخرى (تحلية وتنقية)	14	14	-
المجموع	254،3	180،4	61،5

جدول رقم (2) يوضح كميات الموارد المائية السطحية والجوفية

الوحدة السادسة



الوحدة السادسة

الصحراء



الصحراء : هي منطقة جغرافية تخلو أو يندر بها النبات " فالصحراء تعريف نباتي لا مناخي". كما تخلو أو يندر فيها البشر إلا في الوحات حيث تتوافر المياه، ويقل فيها تساقط المطر أقل من 25 ملم سنوياً، ولذلك تقل فيها الحياة ويعيش فيها أناس تأقلموا على تلك الظروف القاسية يطلق عليهم في الوطن العربي البدو ومن الأمثلة على الصحاري صحراء الربع الخالي و صحراء الدهناء في السعودية والصحراء الكبرى وكذلك في كثير من الأحيان تكون الصحراء حارة نهاراً وباردة ليلاً وهذا ما يعرف بالقارية في المناخ. الصحراء لفظ يطلق على المناطق الحارة الجافة قليلة الأمطار، إلا أن المناطق الصحراوية ليست بالضرورة جرداء خالية من النمو النباتي.

يوجد في معظم التربة الصحراوية كثير من الموارد الطبيعية التي تتجدد دومًا. والتربة الصحراوية وإن قلّ بها وجود الحياة النباتية والحيوانية، إلا أن هناك أنواعًا من الحيوانات والنباتات تتأقلم مع المناخ الصحراوي، وتتكيف على العيش فيه.

اختلف العلماء في تعريف ما يسمى بالصحراء، حيث إن بعض العلماء يقول: "كل منطقة لا يسقط فيها من الأمطار أكثر من 25 سم سنويًا، فهي صحراء". ومن العلماء من يعتبر نوع التربة وأصناف النباتات أساسًا لتحديد المنطقة وتصنيفها، وعلماء آخرون يجمعون بين هذه العناصر كلها، فيطلقون اسم صحراء على كل منطقة قليلة النبات، بسبب قلة الأمطار وجفاف التربة.

تمتد معظم المناطق الصحراوية عبر المناطق ذات المناخ الدافئ، إلا أن بعض المناطق القريبة من القطبين شمالاً وجنوبًا تعتبر هي الأخرى مناطق صحراوية، علمًا بأن المناخ هنا بارد لدرجة التجمد، فيندر أو ينعدم فيها النبات.

في هذه المقالة لن نتطرق إلا للأراضي الممتدة في المناطق الدافئة وتغطي نحو سُبع مساحة اليابسة ومعظم هذه الأراضي الصحراوية تقع في شمال إفريقيا، وتسمى الصحراء الكبرى، ومساحتها نحو 9,000,000كم^2 وتوجد أراضٍ مماثلة لها في أستراليا وشبه الجزيرة العربية. انظر: صحراء الدهناء؛ صحراء الربع الخالي؛ صحراء النفود الكبير. وكذلك توجد صحراء جوبي في الصين ومنغوليا، وصحراء كلهاري في جنوب إفريقيا. وتغطي الصحارى زهاء 1,3 مليون كم^2 في أواسط أمريكا الشمالية.

والمناطق الصحراوية يصعب العمران فيها. إلا أن بعض الناس تأقلموا على الحياة تحت الحرارة المستمرة، والجفاف الدائم. ففي أمريكا الشمالية يستعمل السكان في المناطق الصحراوية - وهم من الهنود والمكسيكيين - اللَّبن والطين لبناء بيوتهم، فتمنع عنهم حرارة القيظ. وكذلك يفعل سكان المناطق القاحلة في شبه الجزيرة العربية.

ومعظم سكان الصحراء في إفريقيا وآسيا رعاة يتنقلون من مكان لآخر، بحثًا عن الماء والكلأ للماشية. ويسكنون الخيام ويلفون أجسامهم في ثياب طويلة تقيهم حرارة الشمس المحرقة ولفحات الزوابع الرملية.

وفي مناطق صحراوية أخرى أصبح الناس يستعملون أجهزة التكييف في بيوتهم، ويعتمدون على حفر الآبار للسقي، مما سهل عليهم تحمل الحياة في البيئة الصحراوية.

الصحاري. تغطي سبع المساحة الإجمالية للأرض. ومعظم الأراضي الصحراوية تمتد جوار مدار السرطان شمالاً، ومدار الجدي جنوبًا، وتخضع للضغط المرتفع، حيث يهبط الهواء البارد، وعند هبوطه يسخن ويمتص الرطوبة بدلاً من إطلاقها في الجو. وتمتد مناطق صحراوية أخرى في المناطق التي تحجبها المرتفعات عن البحار والمحيطات، وكذلك في المناطق الساحلية.

تُغطي الرمال مساحة تتراوح مابين **10٪** و **20٪** من الأراضي الصحراوية. وما تبقى من الأرض معظمه مرتفعات مفروشة بالحصباء والصخور وغيرها، وكلها تربة لا تساعد على انتشار الحياة النباتية إلا في حدود ضيقة، لأنها جافة، إلا أن بعضًا من هذه التربة غني بالملح واليورانيوم ومعادن أخرى، بالإضافة إلى الموارد الجوفية كالنفط والغاز الطبيعي.

كما تتكون الأراضي الصحراوية من أنواع مختلفة أحدثتها التآكلات وعوامل التعرية التي أثرت في التربة وتصريف المياه بوساطة الوديان الجافة ويسمونها الغدير. وتمتلئ بماء الأمطار في وقت سقوطها على الجبال وتتحدر على السفوح، وتحمل المياه إلى الأسفل جميع الرواسب من حصباء وصخور ورمال، ومنها تتكون كتل من الوحل على شكل مروحة يسمونها مروحة طمية. وتتكون كذلك تلال مستوية وهضاب مستوية السطح تسمى ميسا، كما تبرز تلال منعزلة شديدة الانحدار وتسمى بوتس، وبعد سقوط الأمطار تحمل الجداول الجبلية المياه والأملاح إلى بطون البحيرات المالحة، حيث يتجمع ويتبخر بعضه، وينصرف جزء منه على سطح الأرض، وتبقى الأملاح متراكمة في القاع.



صورة للصحراء رملية

تغطي الأراضي الصحراوية أكوامًا من الرمال، مما تشكله الرياح، وتسمى كثبانًا، وقد ترتفع قمم هذه الكثبان إلى **250**م، وتتبدل أشكالها دومًا بسبب تأثير الرياح العاتية.

وعلى امتداد الصحراء تتكون الواحات، وأكثرها مناطق خصبة، وتجري تحتها العيون والجداول وإلى جانب الواحات الطبيعية يقيم الإنسان واحات صناعية عن طريق عمليات الري ويتفاوت معدل الأمطار السنوي الذي يبلغ **250** ملم، فوق الأراضي الصحراوية من عام لآخر. فقد يتوقف المطر لعدة سنوات، ثم ينزل بغزارة، وذلك في بضع ساعات فقط . فلا تستطيع النباتات الصحراوية الاستفادة من هذه الكميات الوافرة من الماء دفعة واحدة، حيث تأخذ ما يكفيها من الماء، وينساب الباقي على سطح الأرض، حاملاً معه رواسب القشرة العلوية للتربة.

المناطق الصحراوية أشد مناطق العالم حرارة، لأنها تمتص حرارة الشمس أكثر من أي مكان آخر، ففي الصيف كثيرًا ما ترتفع حرارة النهار في الصحراء إلى **38**° م ثم تنخفض خلال ساعات الليل إلى **25**°م، وفي فصل الشتاء تعتدل الحرارة وتتراوح مابين **10**° و**21**°م.

الحياة في الصحراء

النباتات الصحراوية

تتأثر النباتات الصحراوية هنا وهناك طيلة الفترات الجافة، وتسعى للحصول على شيء من الماء القليل المتوافر في أماكن وجوده، ثم لا تعيش منها سوى بعض النباتات التي أخذت كفايتها من الماء، ولذلك تكون الثغرات واسعة بين نبتة وأخرى، وتذبل النباتات التي لم تحصل على الماء الكافي.

تمتص بعض النباتات الماء من المياه الجوفية، ففي أمريكا مثلا، يوجد شجر المسكيت الذي يمتص الماء على عمق 12 م، تحت الأرض، وأشجار أخرى تختزن كميات من الماء في أوراقها وجذورها وجذوعها، مثل نبات الصبار ليحتفظ بماء الأمطار فينتفخ ساقه، فإذا جف الماء منه يتقلص وينكمش. وتبقى بعض النباتات يانعة بعد هطول الأمطار لفترة قصيرة بفضل الماء المخزون في أوراقها وجذوعها. تستهلك الأوراق كثيرًا من الماء. فإذا سقطت يتوافر الماء للجذع، وهناك أشجار أخرى لها أوراق دقيقة جدًا، فلا تستهلك إلا قليلا من الماء المتوافر في الجذع، وتبقى النبتة يانعة بين موسمين من الأمطار. وبعد سقوط الأمطار، تتفتح الأزهار بألوانها الزاهية، وتورق الأشجار وتخضر، فتصبح مساحات الصحراء جميلة، ثم لا تلبث الأزهار أن تذبل بعد توقف الأمطار .

كثير من أنواع النباتات والحيوانات تعيش في الأقاليم الصحراوية. وتوضح الصورة بعض النباتات والحيوانات التي تعيش في الصحاري. وقد طورت هذه الكائنات الحية طرقًا مختلفة للبقاء رغم الحر الشديد وطقس الصحراء الجاف.

الحيوانات الصحراوية

تشتمل الحيوانات الصحراوية على عدد كبير من الحشرات والعناكب والزواحف والطيور والثدييات. كما تفد إلى الصحراء، بعد سقوط الأمطار، حيوانات برية مثل الأيائل والثعالب والذئاب وغيرها.

تجتنب معظم الحيوانات الصحراوية الحرارة الشديدة أثناء النهار، فلا تخرج إلا في الليل بعد انخفاض درجة الحرارة. أما الحشرات وغيرها من الحيوانات الصغيرة، فتمكث في جحورها تحت الأرض طوال النهار، ومنها ما لا يتحرك طوال فصل الصيف، وتسمى حيوانات ساكنة. أما الحيوانات الضخمة فتلجأ إلى الأماكن الظليلة طوال النهار فتبرد أجسامها، إذ يتبخر الماء فوق جلودها، ويعوض بماء آخر من المأكولات التي تتغذى بها، وتضاف إليها مياه أخرى إذا وجدت في بعض المنخفضات، وكذلك فإن عملية الهضم تضيف الماء في جسم بعض الحيوانات مثل الإبل التي تستفيد من هذا المصدر المائي المهم، فيستطيع الجمل البقاء بدون ماء لعدة أشهر. كما أن للجمل مصدرًا آخر لتوليد الطاقة في جسمه، حيث إن سنام الجمل مستودع لكميات كبيرة من الشحم، وباستطاعته أن يعيش على هذه الطاقة إذا جف جسمه من الماء الضروري.

تطور الصحراء وتغيرها

الري يوفر الماء الضروري لنمو المحاصيل في الصحراء. ويمكّن مشروع الري في الصحراء الليبية المزارعين من زراعة الفصفصة بأراضيهم. تقع معظم الأراضي الصحراوية مابين دائرتي عرض 15° و 35° شمال وجنوب خط الاستواء، أي في مناطق الضغط الجوي المرتفع، حيث تهب الرياح باردة ثم تدفأ. وتتكون مناطق الضغط المرتفع بحركة الرياح فوق الأرض، فالهواء الدافئ ينبعث من خط الاستواء ويهب شمالاً وجنوبًا. وكلما ارتفع الهواء قلّت درجة حرارته، وتتساقط منه قطرات الرطوبة فوق المناطق المجاورة لخط الاستواء. فإذا بلغ الهواء مستوى دائرة عرض 15° شمالاً أو

جنوبًا، يأخذ في الهبوط فيسخن من جديد، وهكذا تتكون حالات الجفاف في الصحراء.

وتميل إلى حالة الجفاف أيضًا كل المناطق التي تفصلها المرتفعات عن شاطئ البحر، ذلك لأن الرياح التي تهب من البحر تفقد رطوبتها، كلما ارتفعت فوق القمم، فتبرد ثم تنخفض على سفح الجبال نحو الأراضي الداخلية، وكلما انخفضت ارتفعت درجة حرارتها، ومن ثم تجف. ومن هذا الهواء الدافئ الجاف يتكون ظل المطر وهو منطقة جافة، ويعتقد العلماء أن الأراضي الصحراوية في أمريكا الشمالية تكوّنت من أراضٍ مماثلة قبل آلاف السنين، ومنذ ذلك العهد الغابر لم يحدث أي تغيير في العوامل الطبيعية المكونة للصحراء.

إلا أن يد الإنسان عملت على انتشار هذه المناطق. حيث تسببت في إتلاف الملايين من المساحات الزراعية سنويا ـ وكلها من الأحزمة الخصبة المتاخمة للأراضي الصحراوية ـ وذلك نتيجة عدم الاهتمام بخدمة الأرض، وقطع الأشجار، والرعي الجائر، وفتح المناجم. وقد اتخذت بعض الإجراءات لوضع حد لإتلاف التربة الخصبة وزحف الصحراء عليها واسترجاع ما تلف منها، ومن بين هذه الإجراءات، غرس الأشجار في الأراضي القاحلة للحد من تأثير الرياح التي تتسبب في زحف الرمال على التربة، ومن ثم تحويل مجرى الرياح عن المحاصيل الزراعية، وإتباع أفضل الأساليب في زراعة الأرض، وكذلك تقليل المراعي حول الأراضي القاحلة. وكل هذه إجراءات فعالة لوقف زحف الصحراء على الأراضي الزراعية.

التصحر

تعد ظاهرة التصحر من المشاكل الهامة وذات الآثار السلبية لعدد كبير من دول العالم، وخاصة تلك الواقعة تحت ظروف مناخية جافة أو شبه جافة أو حتى شبه رطبة. وظهرت أهمية هذه المشكلة مؤخراً، خاصة في العقدين الأخيرين، بشكل كبير، وذلك للتأثير السلبي التي خلفته على كافة الأصعدة، الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

على الرغم من قدم ظاهرة التصحر، لكن في الفترة الأخيرة تسارعت وتفاقمت إلى الحد التي أصبحت معه تهدد مساحات كبيرة جداً وأعداد هائلة من البشر بالجوع والتشرد والقحل.

والتصحر حسب التعريف الحديث والمعتمد من قبل **UNCCD** هو: "تدهور الأراضي" في المناطق الجافة وشبه الجافة، وشبه الرطبة، الناتجة عن عوامل مختلفة، منها التغيرات المناخية والنشاطات البشرية.

وقبل الخوض في موضوع أسباب التصحر ومشاكله وبعض الجوانب المتعلقة بطرق المكافحة، لابد من إعطاء فكرة عن واقع التصحر في الوطن العربي، وذلك لإبراز الأهمية الكبيرة لهذه الظاهرة ومخاطرها.

موقع الوطن العربي والظروف المناخية

تبلغ مساحة الوطن العربي حوالي **14.3** مليون كم²، وهذا يعادل **10.2**٪ من مساحة العالم، ويقع الوطن العربي بين خطي طول **17، 60** شرقاً وخطي عرض **30، 1** إلى **30، 37** شمالاً، هذه المساحة الممتدة على مدى واسع من خطوط العرض، تتضمن بالطبع مناطق بيئية مختلفة حوالي **90**٪ من مساحة الوطن العربي تقع ضمن المناطق الجافة جداً، الجافة، وشبه الجافة، تتميز هذه المناطق بتباين كبير في كمية الهطول السنوي إضافة إلى تباين كبير أيضاً في توزيع الهطول خلال العام، وبطبيعة الحال، تعتبر الأمطار العامل الأهم من عوامل المناخ بالنسبة للنظام البيئي، حيث يلاحظ أن **72**٪ من مساحة الوطن العربي تتلقى اقل من **100** مم سنوياً ومساحة **18**٪ تتلقى ما بين **100**- **300** مم، وفقط **10**٪ تتلقى أكثر من **300** ملم.

حالة التصحر في الوطن العربي

كما ذكرنا سابقاً، إن التصحر ظاهرة قديمة قدم التاريخ، ولم تشكل هذه الظاهرة سابقاً، خطراً يهدد حياة الناس، وذلك لتوفر التوازن البيئي الطبيعي آنذاك، ولكن وبسبب مجموعة من العوامل، سنذكرها، لاحقاً، بدأ التوازن البيئي الطبيعي يعاني من خلال سوء استثمار الموارد الطبيعية، وإلى حد أقل بكثير بسبب التغيرات الطبيعية التي طرأت على الظروف المناخية.

وفي الآونة الأخيرة، وخاصة خلال فترة ما بعد الثمانينات، بدأت ظاهرة التصحر بالتفاقم وتعاظمت آثارها السلبية على كافة الأصعدة، البيئة، الاجتماعية، الاقتصادية، والسبب في ذلك يعود بشكل أساسي إلى الزيادة الكبيرة لعدد السكان، وزيادة الطلب على الغذاء، التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية والتوسع والتكثيف غير المرشد في استثمار الأراضي، وإلى غير ذلك من جوانب الضغط على موارد الأراضي.

الجدول التالي يبين الزيادة في عدد السكان في بلاد الشام ما بين **1950**- حتى **2010**.

الدولة	1950	1980	1995	2010
سورية	3.50	8.70	14.20	20.5
الأردن	1.24	2.92	5.38	7.4
لبنان	1.44	3.67	3.01	3.5
فلسطين	0.24	0.45	1.44	2.6
المجموع	6.42	15.74	24.03	34.0

أسباب التصحر

يمكن أن تعزى ظاهرة التصحر إلى مجموعتين من الأسباب:

أولاً: أسباب ناتجة عن الظروف الطبيعية

يقصد بالأسباب الطبيعية، التغيرات المناخية التي حصلت خلال فترات زمنية مختلفة، سواء تلك التي حصلت خلال العصور الجيولوجية القديمة والتي أدت إلى ظهور وتشكل الصحاري التي غطت مساحات واسعة مثل الصحراء الكبرى في أفريقيا، والربع الخالي في الجزيرة العربية، وعلى الرغم من أن نشوء وتكوين هذه الصحاري قد اكتمل منذ فترات زمنية بعيدة، إلا أن تأثيرها لازال قائماً على المناطق المجاورة.

أما التغيرات المناخية الحديثة، يقصد بها تلك التي حدثت في الماضي القريب من حوالي عشرة آلاف سنة، والتي لعبت دوراً مهماً في عملية التصحر وتكوين الكثبان الرملية، علماً أن هذه التغيرات المناخية الحديثة لم تكن سلبية في جميع المناطق، بل في بعض المناطق كان التغير إيجابياً، ويعتقد الآن أنه هناك فترة من الجفاف تسود في المنطقة العربية حيث تتصف بالتالي:

أ تكرار فترات الجفاف.
ب التباين الكبير في كمية الهطول السنوي وتوزعه.
ج سيادة الرياح القارية الجافة على الرياح البحرية.
د الفرق الكبير في المدى الحراري اليومي.

ثانياً: أسباب ناتجة عن النشاط الإنساني

يمكن أن تعود هذه الأسباب إلى الزيادة الكبيرة في عدد السكان، والتي رافقها زيادة في الاستهلاك وكذلك التطور الاقتصادي والاجتماعي، أدى ذلك إلى زيادة الطلب على

المنتجات الزراعية، هذه العوامل دفعت الإنسان إلى زيادة استغلاله للموارد الطبيعية والتي جاء في غالب الأحيان بشكل غير مرشد، إضافة لذلك فقد بدأ نشاط الإنسان مؤخراً يمتد إلى المناطق الهامشية ذات النظام البيئي غير المستقر والهش. ومن أسباب التدهور نجد:

تدهور الغطاء النباتي: بسبب الاستثمار غير المناسب. مثل الرعي الجائر، قطع الأشجار والشجيرات. مما أدى إلى تدهور الغطاء النباتي، وخاصة في مناطق المراعي، وقد بلغت نسبة التدهور في أراضي المراعي على سبيل المثال في سورية والأردن حوالي **90**٪ وهذا ينطبق على حالة الغابات أيضاً فمثلاً خسرت لبنان **60**٪ من أشجارها الغابية خلال الأيام الثلاثة الأولى من الحرب العالمية الثانية، وعموماً خسرت الدول العربية أكثر من **11**٪ من غاباتها خلال الثمانينات فقط.

1) تدهور الأراضي: يأخذ تدهور الأراضي أشكالاً متعددة منها التدهور بفعل التعرية الريحية أو المائية أو كليهما معاً، التدهور الفيزيائي والكيميائي والحيوي، وكل ذلك يعود إلى الطرق الخاطئة في إدارة موارد الأراضي، فعلى سبيل المثال، تقدر كمية التربة التي يتم خسارتها سنوياً بالتعرية المائية حوالي **200** طن/هـ في المناطق الجبلية في الأردن وتقدر المساحة المتأثرة بالتعرية المائية في سورية بحوالي **1058000**/هكتار.

2) خسارة التربة الزراعية: تتعرض التربة الزراعية الخصبة، وخاصة حول المدن إلى الزحف العمراني، مما يترتب على ذلك خسارة مساحات كبيرة منها، وهذا الزحف يأخذ أشكالاً متعددة منها، أبنية سكنية، منشآت صناعية، بنى تحتية.. إلى غير ذلك، ونتيجة لذلك فقد خسرت لبنان خلال الأعوام **1960-1980** حوالي **20** ألف هكتار من تربها الزراعية للاستعمالات الحضرية، إضافة لذلك، فإن عمليات الري غير المرشدة أدت إلى خسارة مساحات واسعة في كثير من المناطق الزراعية المروية وهناك أيضاً العامل الاجتماعي.

وكنتيجة لما سبق يمكن أن نميز مجموعة من عمليات التدهور أو التصحر، والتي يمكن أن تتطور في منطقة ما، حسب ظروف المنطقة المعنية، ومن أهم عمليات التصحر نذكر باختصار ما يلي:

1- التدهور بفعل التعرية الريحية.
2- التدهور بفعل التعرية المائية.
3- التدهور الفيزيائي.
4- التدهور الكيميائي.
5- التدهور الحيوي.

مكافحة التصحر

لقد ذكرنا سابقاً، أن ظاهرة التصحر قديمة قدم التاريخ، وتفاقمها في العقود الأخيرة من القرن الماضي كان بسبب غياب التوازن البيئي الطبيعي بين عناصر البيئة المختلفة. وذلك نتيجة للاستثمار الجائر وغير المرشد للموارد الطبيعية حتى وصلت الأمور إلى مرحلة الخطر، وفي بعض الأحيان تجاوزتها.

أمام هذا الواقع، كان لابد من أن تدرك الجهات المعنية خطورة الموقف والقيام باتخاذ الإجراءات والوسائل الكفيلة بالحد من هذه الظاهرة والوصول في مرحلة متقدمة إلى إيقافها، مع إيلاء المناطق التي تدهورت الأهمية الكافية لإعادة تأهيلها.
بطبيعة الحال لم تنشأ ظاهرة التصحر دفعة واحدة، بل كان ظهورها بهذا الحجم نتيجة لتراكمات التعامل غير المناسب مع الموارد الطبيعية خلال فترة طويلة من الزمن وبالتالي فإن معالجة هذه المشكلة يحتاج إلى وقت طويل، ولا توجد حلول سريعة لها، لكن يجب البدء باتخاذ الإجراءات الأولية التي تحد من تسارع هذه الظاهرة، ومن ثم وضع الخطط اللازمة لمكافحتها على المدى البعيد.

ومن المبادئ الأساسية التي يمكن الاسترشاد بها لوضع خطط عمل لمكافحة التصحر، وذلك حسب المؤتمرات الدولية المعنية بذلك:

- استخدام المعارف العلمية المتاحة وتطبيقها، خاصة في تنفيذ الإجراءات الإصلاحية العاجلة لمقاومة التصحر، وتوعية الناس والمجتمعات المتأثرة بالتصحر.
- التعاون مع كافة الجهات المعنية بذلك، على الصعيد المحلي، القطري، الإقليمي والدولي.
- تحسين وترشيد استخدام الموارد الطبيعية بما يضمن استدامتها ومردودية مناسبة آخذين بعين الاعتبار إمكانات وقوع فترات جفاف في بعض المناطق أكثر من المعتاد عليها.
- القيام بإجراءات متكاملة لاستخدام الأراضي، بحيث تضمن إعادة تأهيل الغطاء النباتي، وخاصة للمناطق الهامشية، مع الاستفادة بشكل خاص من الأنواع النباتية المتأقلمة مع البيئة.
- يجب أن تكون خطة عمل مكافحة التصحر، عبارة عن برنامج عمل لمعالجة مشكلة التصحر من كافة جوانبها.
- يفترض أن تهدف الإجراءات المتخذة إلى تحسين ظروف معيشة السكان المحليين المتأثرين بالتصحر، وإيجاد الوسائل البديلة التي تضمن عدم لجوء هؤلاء السكان إلى تأمين حاجاتها بطرق تساهم في عملية التصحر.
- على الجهات المعنية بهذا الشأن إصدار القوانين الخاصة بحماية الموارد الطبيعية بأنواعها المختلفة، وتطبيق هذه القوانين بشكل فعال وجاد.
- اعتبار السكان المحليين جزء هام من مشروع مكافحة التصحر، وتوعيتهم وإشراكهم في هذا المشروع منذ البداية، وتكوين الاستعداد عندهم للعمل في المشروع والدفاع عنه، لأنه من المعروف أنهم هم الهدف النهائي لمكافحة التصحر، وذلك من أجل تحسين ظروفهم المعيشية، هذا يرتب على الجهات العاملة في مكافحة التصحر تأمين حاجات تلك المجتمعات بالشكل المناسب والذي يضمن عدم عودتهم إلى الاستغلال الجائر أحياناً لبعض الموارد الطبيعية.

دور الأفراد والمجتمعات المحلية في مكافحة التصحر

لقد أكدت الاتفاقية الدولية لمكافحة التصحر **UNCCD** على أهمية النهج التشاركي في عملية مكافحة التصحر، واعتبرت بأن هذا النهج يجب أن يبدأ من القاعدة إلى القمة، لأن في السابق، جرت العادة بأن يقوم خبراء ببدء العملية وتحديد الأهداف والأنشطة والنتائج المتوقعة، ويقوم هؤلاء الخبراء بدعوة المجتمع المحلي للاطلاع على الخطة والمساعدة فيها. وعزت الاتفاقية أيضاً فشل جزء كبير من مكافحة التصحر، إلى عدم أخذ أفكار وقدرات الناس المحليين من البداية، لأن هؤلاء، أي السكان المحليين، هم الأكثر قدرة وخبرة في فهم بيئتهم واحتياجاتها، ولهؤلاء السكان الحق في موارد بيئتهم، وهم أصحاب المصلحة الأولى في تحسين الإنتاج مع ضمان التوازن البيئي المستدام، إضافة إلى أن المشاركة المحلية بالتخطيط واتخاذ القرار أمر أساسي لبناء القدرات المحلية. وينبغي أن يشارك في برامج مكافحة التصحر، جميع الأفراد المعنيين بذلك بشكل مباشر فمن الواضح أن صغار المزارعين (من الرجال والنساء) والرعاة والرحل وغيرهم من مستخدمي الأراضي المحلية، جميعهم عناصر حيوية في هذه العملية، إذ يرتبطون بالأرض بأوثق الصلات، كما أن القادة المحليين المسنون والزعماء التقليديون وممثلو مجموعات المجتمع المحلي، عناصر أساسية في أعمال التعبئة لمكافحة التصحر: طبعاً بالإضافة إلى الخبراء التقنيين والباحثين والمنظمات غير الحكومية والروابط التطوعية لما يمكن أن يجلبوه من مهارات وخبرات لا تقدر.

ينبغي أن تبدأ المشاركة المحلية منذ البداية الأولى لمبادرة التنمية، ويجب أن تعتبر مشاركة المجتمعات المحلية جزء لا يتجزأ من المشروع، من حيث مشاركتهم في وضع الخطط والأهداف، والتنفيذ الفعلي لمشروع المكافحة، ومتابعة تطور عملية المكافحة وتقييمها. ويجب أن تعزز عملية المشاركة من خلال حملات التوعية للتعريف بالمشكلة وأهميتها وانعكاساتها على حياة الأفراد، وفي هذا المجال يمكن أن تلعب جهات متعددة دوراً هاماً في حملات التوعية والتعريف، قطاعات التربية والتعليم، الإعلام،

الأوقاف والإرشاد، الشباب والرياضة، حتى يمكن طرح هذا الموضوع في المجالس الشعبية المختلفة.

الدور المنشود للأفراد والمنظمات الأهلية في مكافحة التصحر

من المعروف عبر التاريخ، وجود علاقة وثيقة بين المواطن العربي والأرض (سواء رجل كان أم امرأة) إلى درجة أصبحت معها الأرض بالنسبة للمواطن تمثل جزءاً من حياته، لا بل أكثر من ذلك، حيث اعتبرت الأرض القيمة الأكبر والتي تحدد كرامة المواطن. هذا الرابط أو العامل الهام يمكن أن يكون مكون أساسي يمكن الانطلاق منه لتفعيل دور الأفراد، من خلال الأسرة أو من خلال جمعيات أو منظمات أهلية.

إن مشاركة كافة قطاعات المجتمع في تنمية القدرات المحلية والوطنية، شرط أساسي في تحقيق التنمية الوطنية المستدامة من جهة والمحافظة عل الموارد الطبيعية من جهة أخرى، طبعاً من خلال وضع إستراتيجية عمل واضحة تحدد دور كافة القطاعات الأهلية، مع الأخذ بعين الاعتبار أو التركيز على ترك مساحة كافية للمبادرات الذاتية التي يمكن أن تقوم بها هذه القطاعات ولإعطاء فكرة أكثر وضوحاً في هذا المجال، أي دور المجتمعات الأهلية في مكافحة التصحر، سوف نورد بعض الأمثلة من القطر اللبناني من خلال مجموعة من المنظمات الأهلية أو غير الحكومية NGO وعلى مستويات مختلفة، تقع معظم نشاطات هذه الجمعيات تحت مظلة مكافحة التصحر، ومن نشاطاتها:

- تشجير جبل المكمل والجبال المحيطة بأرز الرب، حيث طرحت جمعية محلية مشروع أطلق عليه اسم لكل أرزه صديقه، وتغطى تكاليف هذا المشروع من مساهمة الأفراد.
- تطبيق بعض النشاطات الزراعية المستدامة، وزراعة المحاصيل المقاومة للجفاف، في أكثر المناطق تأثراً بالتصحر، المنظمة التي تنفذ هذا المشروع، تعمل أيضاً في

اتجاهات أخرى مختلفة، مثل زراعة المشاتل الحراجية في المدارس، الإرشاد الزراعي.

- إنشاء المركز المتوسطي للغابات، بهدف تنظيم دورات تدريبية للجمعيات غير الحكومية الأخرى، وللمجتمعات المحلية، الجمعية المسؤولة عن هذا المركز تتمتع بأهلية عالية في صيانة الموارد الطبيعية، وتنظم الجمعية نشاطات في التحريج الصناعي، وحملات لمكافحة حريق الغابات وتدريب في مجال الإرشاد.
- هنالك العديد من الجمعيات الأهلية الأخرى التي تقوم بنشاطات مهمة جداً في مجال صيانة الموارد الطبيعية، وكذلك في المجال الاجتماعي، وتطوير المرأة الريفية وغيرها.

مما تقدم نلاحظ بوضوح الدور الهام التي يمكن للجمعيات الأهلية أن تقوم به من نشاطات تساهم بشكل أو آخر في مكافحة التصحر، ومما ذكر عن نشاطات ودور الجمعيات الأهلية في لبنان يمكن أن يقال عن الجمعيات الأهلية في باقي الدول العربية ولكن بدرجات متفاوتة، وكمثال آخر في هذا الصدد ما تقوم به بعض المنظمات الشعبية في سورية من نشاطات في مجال مكافحة التصحر، مثل نشاطات اتحاد شبيبة الثورة وخاصة في مجال التشجير الحراجي، كذلك نشاطات الاتحاد العام النسائي في مجال تطوير وتدريب المرأة الريفية وزيادة الوعي والتعريف بمشاكل التصحر.

وكذلك لابد من التأكيد على دور الأسرة في هذا المجال وخاصة ربة الأسرة (المرأة)، حيث تشارك المرأة بشكل فعال في الزراعة والعمل الزراعي، ودورها في حماية الأرض والبيئة والموارد الطبيعية. ونظراً لتعدد أدوار المرأة الحيوية والإنتاجية، مادياً وإنسانياً، فإنها تعد المسؤولة الأولى في نطاق الأسرة عن تبني مهمة نشر الوعي البيئي لدى أولادها وأفراد أسرتها وترسيخ القيم والمفاهيم وتجسيدها في الممارسات والتصرف الذي يهدف إلى حماية البيئة ومواردها. ويتجلى دور المرأة في تعميق الوعي لدى أفراد أسرتها في مجالات عدة، منها: منع التحطيب وقطع الأشجار، التعامل مع الملوثات البيئية، في

مجال الحرائق، في مجال استهلاك المياه وعدم تلوثها، ترشيد الاستهلاك، وغير ذلك الكثير من الأمور التي يمكن أن تساهم بها الأم والأسرة من خلالها.

جدول أهم التصنيفات المناخية

المؤلف	العام	قواعد التصنيف
دي مارتون De martonne	1909	بنى تقسيمه الأقاليم الرئيسية التسعة، على معياري الحرارة والتساقط. أمّا الأقاليم الفرعية، فاعطيت أسماء مناطق محلية في أوروبا، مراعياً فيها حدود الصحاري؛ إلاّ أن أغلب الحدود، لم توضع على أُسُس كمية.
بنك Penck	1910	قسّم العالم إلى ثلاثة مناخات، هي: الرطب، والصحراوي، والبحري، بحسب فاعلية تجوية التربة وتعريتها.
كوبن Koppen	1918	بنى تصنيفه على الأقاليم النباتية، وأكّد قيماً معينة لبعض عوامل المناخ عند حدودها.
فاهل Vahl	1919	قسّم العالم إلى خمسة أقاليم رئيسية، بناءً على الحدود الحرارية، كدالّة من أشد شهور السنة حرارة، وأشدها برودة. أمّا الأقاليم الفرعية، فقد قسمها بناءً على كمية التساقط، وعبّر عنها بالنسبة المئوية لعدد الأيام الرطبة، في شهر رطب معين.
باسارج Passarge	1924	حدود خمسة أقاليم مناخية رئيسية، وعشرة أقاليم فرعية، بناءً على التوزّع النباتي.
ميلر Miller	1931	قسّم العالم إلى خمسة أقاليم رئيسية، بحسب الغطاء النباتي؛ ثم قسّم كلاً منها إلى ثلاثة أقاليم ثانوية، بحسب الرطوبة؛ ففرّق بين المناطق المطرة طوال العام، والموسمية، والجافة خلال العام.
ثورنثويت Thornthwaite	1931	استخدم فاعليات المطر والحرارة في تمييز خمسة أقاليم رطوبية، وستة أقاليم حرارية، وثلاثين مناخاً فرعياً.
فليبسون Philipson	1933	بنى تصنيفه على أساس حرارة أدفأ شهور السنة وأبردها، وعلى خصائص التساقط. وقد ميز خمسة أقاليم مناخية رئيسية، مقسمة إلى 21 فرعاً ثانوياً، و63 منطقة مناخية.
بلير Blair	1942	حدد خمسة أقاليم مناخية رئيسية، بحسب الحرارة، هي: المداري، ودون المداري، والمتوسط، ودون القطبي، والقطبي. ثم قسّمها إلى 14 فرعاً ثانوياً، بحسب التساقط والحرارة والغطاء النباتي.
جورسينسكي Gorsczynski	1945	ركز تقسيمه في القارية، مقابل البحرية، وفي تحديد الصحاري. وقد ميز خمسة أقاليم مناخية رئيسية.

المؤلف	العام	قواعد التصنيف
فون ديسمان Von Vissman	1948	قسّم العالم إلى خمسة أقاليم مناخية رئيسية، بأسلوب مقارب لأسلوب كوبن. ثم قسّمها إلى أقاليم فرعية، بحسب توزُّع التساقط والنظام الحراري.
ثورنثويت Thornthwaite	1948	ميّز تسعة أقاليم رئيسية، بناء على مؤشر الرطوبة؛ وتسعة أقاليم رئيسية أخرى، بناءً على مؤشر الحرارة، والتبخر والنتح.
كريتزبرج Creutzberg	1950	ميّز أربعة أقاليم مناخية رئيسية، بناءً على الخطوط المتساوية لطول الأشهر الرطبة، ولطول مدة الغطاء الثلجي.
جيجر ـ برازول Geiger – Brazol	1953	قدم تعديلاً لتقسيم كوبن، إذ استخدم درجة حرارة الترمومتر، الرطب والجاف، في تحديد مدى ارتياح الإنسان. وقد قسّم العالم إلى اثني عشر إقليماً، من شديد الحرارة إلى البارد الجليدي.
تروارثا Trewartha	1954	قدم تعديلاً كبيراً لتقسيم كوبن.
بوديكو Budyko	1958	قدم تقسيماً مبنياً على توزع الطاقة، بالنسبة إلى الميزانية المائية.
بيجي peguy	1961	قدم تعديلاً لنظام دي مارتون.
ترول Troll	1963	بنى تمييزه للأقاليم المناخية على الفصول، الحرارية والرطوبية.
كارتر ـ مذر Carter-Mather	1966	قدما تعديلاً لنظام ثورنثويت، المنشور عام 1948.
باباداكيز Papadakis	1966	قسّم العالم إلى عشرة أقاليم، بحسب صلاحية المناخ للزراعة، والخصائص المحصولية والأيكولوجية للمناخ، مستعيناً بالقيم الحدية.
هيدور Hidore	1966	قسّم العالم إلى عشرة أقاليم مناخية رئيسية، بحسب التوزُّع السنوي للكتل الهوائية المسيطرة.
ترجونج Terjung	1968	بنى تقسيمه على أُسُس حرارية.
أوليفر Oliver	1970	قدم تقسيماً مبنياً على تكرارية الكتل الهوائية.

الوحدة السابعة

النباتات الطبيعية والحياة الحيوانية

النباتات الطبيعية والحياة الحيوانية

قسم الجغرافيون غطاء الأرض النباتي إلى أقسام مختلفة يعرف كل منها بالإقليم النباتي الذي يتميز عن غيره وتطابق هذه الأقسام- إلى حد كبير- المناطق المناخية الحرارية التي سبق أن درستها. وهذه الأقاليم هي:

1- إقليم النباتات الحارة.
2- إقليم النباتات المعتدلة الدافئة.
3- إقليم النباتات المعتدلة الباردة.
4- إقليم النباتات القطبية.
5- إقليم النباتات الجبلية.

وللنباتات الطبيعية مجموعات رئيسية تنحصر في الأنواع الكبرى الآتية:

1- الغابات: وهي إما غابات حارة أو غابات معتدلة أو غابات باردة.
2- الحشائش: وهي إما حشائش حارة أو حشائش معتدلة أو حشائش باردة.
3- نباتات الصحاري: وهي التي تنمو في صحاري حارة أو صحاري معتدلة أو صحاري جليدية (تندرا).

العوامل التي تؤثر في نمو النبات

تتأثر النباتات بعدة عوامل تغير من شكلها وحجمها وكثافتها ولونها وسرعة نموها تأثيراً واضحاً وأهم هذه العوامل هي: المناخ والتضاريس والتربة.

أولاً : المناخ

يشمل العامل المناخي ثلاثة عناصر ضرورية لحياة النبات وهي: الأمطار والحرارة والضوء.

أ - الأمطار : ولها دور كبير في تحديد نوع وكمية الغطاء النباتي في الإقليم، فكلما توفرت مياه الأمطار في منطقة ما أدى ذلك إلى ظهور حياة نباتية غنية، ففي المنطقة الاستوائية حيث تكثر الأمطار نجد غطاء نباتيا كثيفا، أما المناطق الصحراوية حيث تقل الأمطار تقل تبعا لذلك النباتات أو تنعدم . وهذا يوضح أن الأقاليم ذات الأمطار الغزيرة هي غالباً نفس الأقاليم التي تتميز بحياة نباتية غنية.

ب : الحرارة : تعتبر الحرارة من العناصر اللازمة للنبات وبدونه لا يكون هناك نمو أبداً، ثم إن لكل نبات درجة حرارة خاصة به بحيث إذا زادت أو نقصت هلك النبات.

ج : الضوء : يعتبر ضوء الشمس بغض النظر عن حالة الجو من أهم العناصر الضرورية لنمو النبات، فقد ثبت بالتجارب أنه كلما ازداد تعرض النبات للضوء كلما اشتد نموه وكبر حجمه، كما أنه ثبت بالتجارب أيضًا أن نمو النبات يقف أو يتعطل في فترات الظلام، ويدل على ذلك أن النباتات التي تنمو في جهات يطول فيها النهار تكون أكثر نموًا من غيرها.

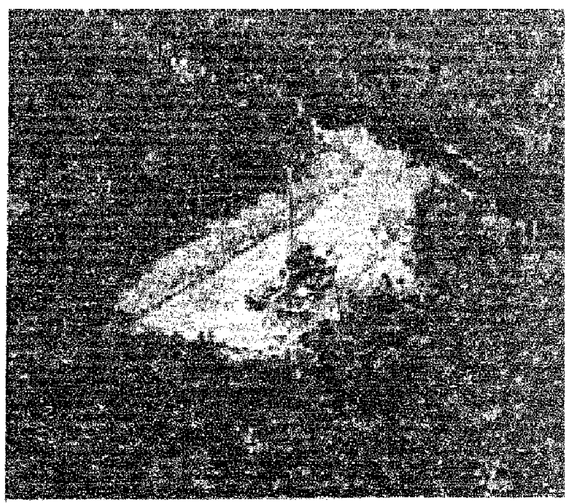
ثانياً : التضاريس

لو نظرنا في حقيقة أمر هذا العامل لوجدناه عاملًا مناخيًا، لأن الأماكن المرتفعة تكون أبرد من الجهات المنخفضة، وعلى ذلك تكون النباتات التي تنمو في الأجزاء الممتدة من أسفل الجبل إلى قمته مختلفة تبعًا للحرارة أو البرودة التي تصيبها.

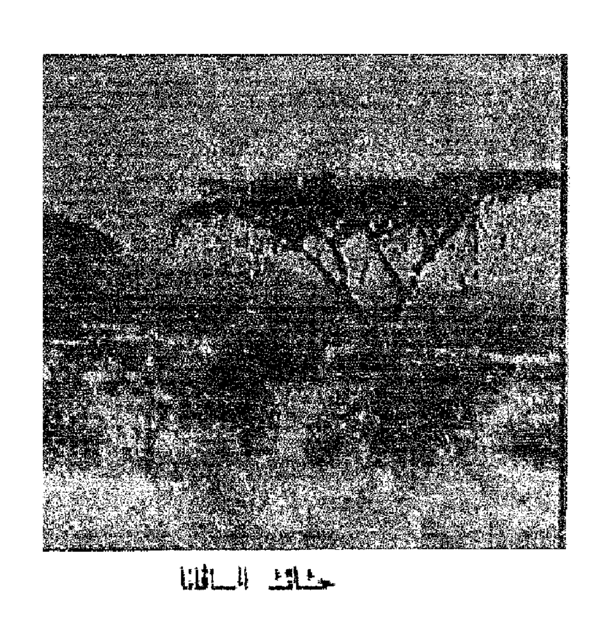
ثالثاً : التربة

ويقصد بها الغطاء السطحي للقشرة الأرضية المكون من مواد مفتتة لينة سواء في السهول أو الصحاري أو الجبال الرملية، وهناك أنواع مختلفة من التربة منها ما هو تربة مسامية كالتربة الرملية وتربة طينية مسامها خفيفة، وتربة طفلية مسامها متوسطة.

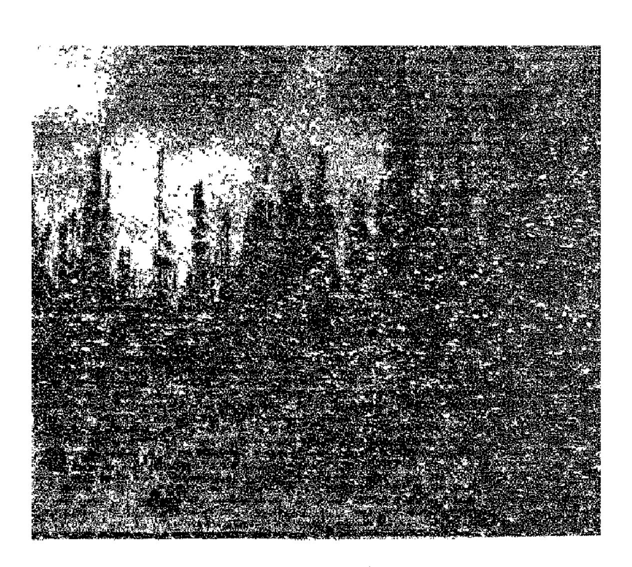
ولكل تربة خصائصها التي تلائم أنواعًا معينة من النبات، فلا تصلح إلاّ لها ولا تنمو في غيرها.



غابات استوائية



حشائش السافانا



غابات صنوبرية



غابات نفضية

الغابات

أولاً : الغابات الاستوائية

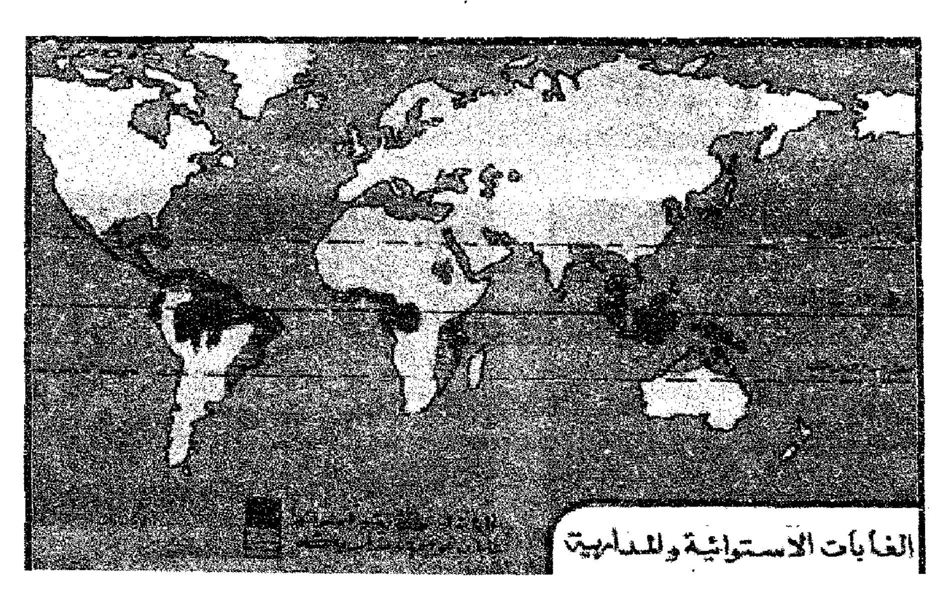
توجد هذه الغابات في الإقليم الاستوائي الذي يمتد بين خطي عرض 5° شمالاً و 5° جنوبًا ويتميز مناخه بأنه حار رطب ممطر طول العام.

وهذا الإقليم هو أشد جهات العالم حرارة وأغزرها مطرًا، وتنمو فيه أشجار كثيفة ضخمة دائمة الخضرة، وهى عالية ومتشابكة تتسلق عليها نباتات طفيلية ذات أزهار زاهية الألوان، وأشجار الغابات الاستوائية متنوعة بحيث لا توجد في البقعة الواحدة أشجار متجانسة. ومن أشجار هذه المجموعة: شجر المطاط، والماهوجني وغيرها ذات الأخشاب الثمينة، وهذه الأشجار ذات قيمة اقتصادية مهمة.

ثانياً : الغابات المدارية

تمتد هذه الغابات بعد غابات الإقليم الاستوائي مباشرة شمالاً وجنوبًا، مكوّنة الإقليم المداري .

وهذا الإقليم يمتاز بأنه حار ممطر جداً في فصل الصيف، دافئ جاف في فصل الشتاء. وتمتاز هذه الغابات بأنها أقل كثافة من الغابات الاستوائية بحيث تسمح للأعشاب والحشائش بالنمو في بعضا جهاتها. ومن أهم أشجارها الكينا، والكافور وغيرها.

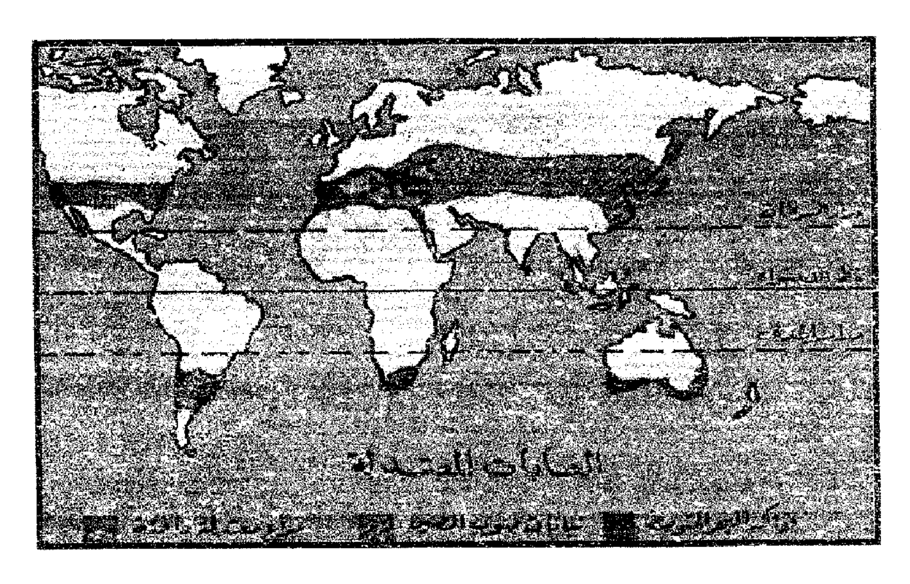


ثالثًا: الغابات المعتدلة

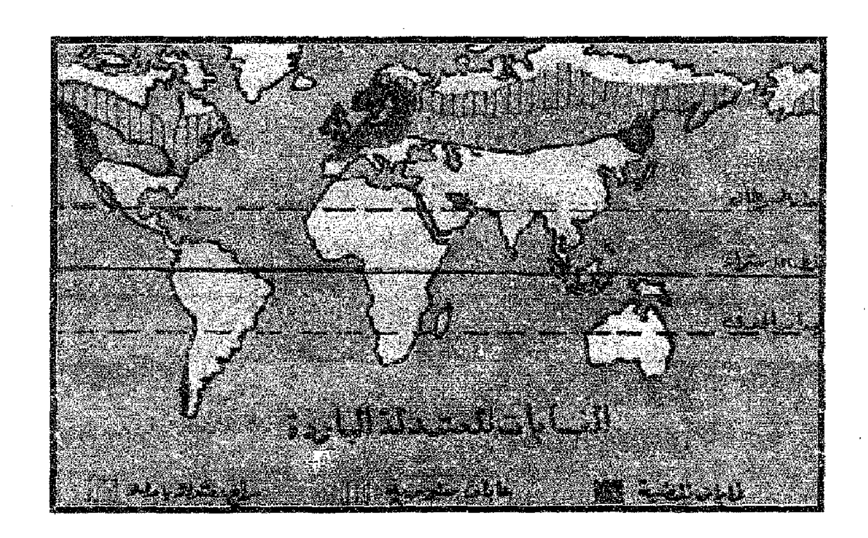
1- أشجار البحر المتوسط : يشغل إقليم البحر المتوسط المناخي الأجزاء الغربية من سواحل المنطقة المعتدلة الدفيئة (انظر الخريطة شكل 39) وتقع بين دوائر عرض 30°- 40° شمالا، و30°- 40° جنوباً في غرب القارات فقط.

من مميزات هذا الإقليم المناخية أنه حار جاف صيفا ودافئ ممطر شتاء ورياحه تجارية عديمة المطر صيفا، وعكسية ممطرة شتاء.

وتنمو به أشجار وشجيرات دائمة الخضرة تتحمل الحرارة وتستطيع أن تقاوم الجفاف بما تدخره في أوراقها من عصارات وبما لها من جذور طويلة غائرة في التربة، وتنمو غابات الزيتون والبلوط والجوز والقسطل.



2- غابات الإقليم الصيني : يشمل هذا الإقليم المناطق الواقعة شرق القارات بين خطي عرض 30° – 40° شمالاً، وخطي عرض 30°- 40° جنوبًا (انظر الخريطة شكل 39) .



ومن مميزات هذا الإقليم أنه حار صيفاً وبارد شتاءاً، ومطره طول العام لكن أغلبه في فصل الصيف، وتنمو به الغابات المخروطية الشكل وكذلك الأشجار ذات الأوراق العريضة لتوفر الحرارة والمطر صيفاً، وأشجاره ذات أخشاب جيدة النوع مثل شجر البلوط والخيزران.

رابعاً : الغابات الباردة

1- الغابات النفضية : إن الإقليم الرئيسي للغابات النفضية هو الحافة الغربية للقارات من المنطقة المعتدلة.

وهذه المناطق واقعة بين خطي عرض 40°- 60° شمالاً وجنوبًا، (انظر الخريطة رقم 40). ويتميز مناخها بأنه معتدل صيفاً وبارد شتاء، وممطر طول العام لتعرضه للرياح العكسية.

وهذا المناخ ملائم لنمو الغابات النفضية، وسميت كذلك لأن أوراقها تتأثر بالصقيع وتسقط، والغابات النفضية في غرب أوربا تنفض أوراقها في فصلي الخريف والشتاء لتقي نفسها من البرد والصقيع. وتنمو في هذا الإقليم أشجار ذات أخشاب جيدة مثل: البلوط والزان والبتولا.

2- الغابات المخروطية : تسود الغابات الصنوبرية المناطق التي تقع في نفس العروض السابقة (40°- 60°) شمالاً وجنوبًا، وخاصة شمال قارات أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية، (انظر الخريطة رقم 40). ومناخ منطقة الغابات الصنوبرية معتدل صيفًا وبارد شتاء، وقليل المطر صيفًا وشتاء ولكن ذوبان الجليد في الربيع والصيف يساعد على نمو الغابات.

وتمتاز أشجارها وأوراقها وثمارها بأنها مخروطية الشكل، وقد تكون أوراقها إبرية الشكل كأشجار الصنوبر والسرو والشربين وغيرها.

الأعشاب (الحشائش)

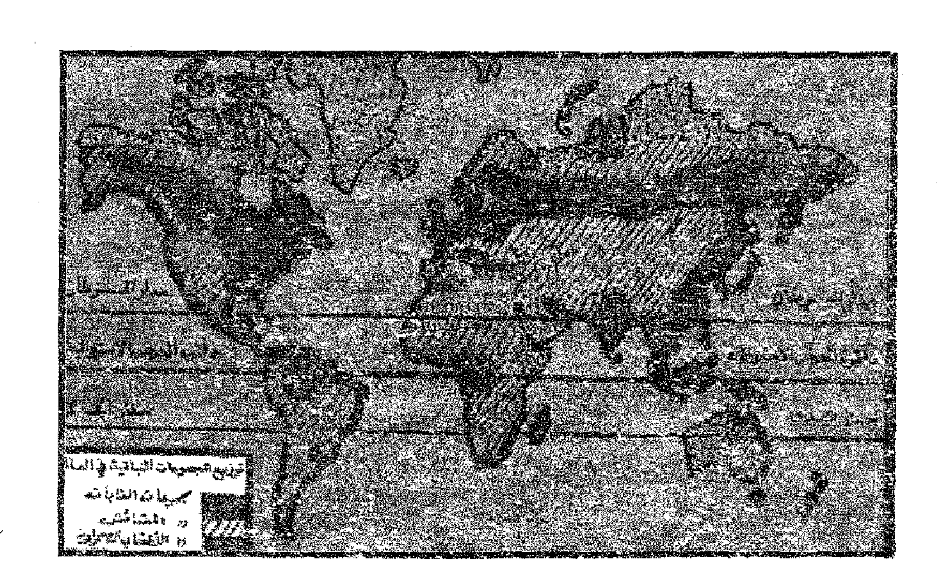
تنمو الأعشاب في عدة مناطق حارة وفي مناطق أخرى معتدلة دفيئة أو معتدلة باردة ولذا يمكن تقسيمها إلى قسمين:

1- أعشاب المناطق الحارة (المدارية) :

ويطلق عليها اسم السفانا كما تطلق عليها أسماء أخرى في مناطق تواجدها، وتنمو أعشابها عقب سقوط الأمطار الصيفية ثم تذبل وتتلاشى عندما يحل موسم الجفاف. ويختلف طول الأعشاب وكثافتها باختلاف كمية المطر وطول موسمه، ففي الجهات القريبة من خط الاستواء حيث يغزر المطر ويطول فصله يزداد نموها وتعظم كثافتها. ثم تتدرج مع البعد عن خط الاستواء إلى أعشاب قصيرة متناثرة ويستمر التناقص في نموها حتى تنعدم وتتحول الأرض إلى صحراء قاحلة وهي تنحصر بين دوائر عرض 8°- 18° شمالاً وجنوبًا.

2- الأعشاب المعتدلة الباردة :

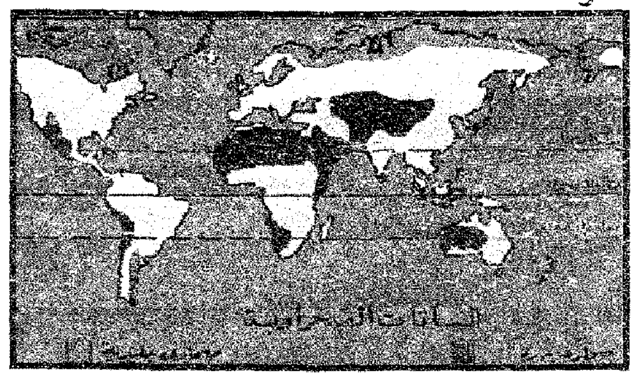
هذه الأعشاب تقع في وسط القارات وتعرف بأسماء مختلفة فتسمى " الاستبس " في أوروبا وآسيا، وباسم " البراري " في أمريكا الشمالية، وباسم " البمباس " في أمريكا الجنوبية (انظر الخريطة رقم **41**).



النباتات الصحراوية

تنمو مجموعات النباتات الصحراوية في منطقتين مختلفتين تماما من العالم: إحداهما في الجهات المدارية الحارة، والأخرى في أقصى الشمال في المنطقة القطبية.

أولاً – نبات الصحاري الحارة :



إن الحياة النباتية في هذه الصحاري قليلة لقلة المطر وهي تقتصر على أنواع خاصة من النباتات تتميز بأنها مزودة بوسائل خاصة تستطيع بها أن تقاوم الجفاف الشديد وقارية المناخ الصحراوي القليل الأمطار، فبعض هذه النباتات كالنخيل مثلاً يضرب بجذوره إلى أعماق الأرض ليحصل على الماء الجوفي، وبعضها يخزن الماء في جذوره كالنرجس والخزامى و غيرهما من النباتات، أو يخزنها في أوراقه مثل الصبير (التين الشوكي)، وبعضها له لحاء (قشر) سميك جاف كشجر السنط، وهي في مجموعها تكتسي أوراقها بطبقة شمعية تحول دون تبخر الماء منها، وأغلب نباتات الصحاري الحارة شوكية كالعرفج والقتاد.

ثانياً : الصحاري الجليدية (التندرا) :

يمتد إقليم الصحاري الجليدية شمال خط عرض 70° شمالاً في أوراسيا ، وأمريكا الشمالية ، والشتاء فيه طويل وتغطي الثلوج سطح الأرض في معظم شهور السنة، فإذا جاء فصل الصيف ذابت الثلوج السطحية وأصبحت التربة دافئة إلى عمق قليل. ولذا تنمو بعض الأعشاب ذات الجذور القصيرة مثل الطحالب وحشائش الماء وقد يتخلل الأعشاب بعض الشجيرات القصيرة كالتوت البري حول مجاري الأنهار، فإذا حل الشتاء غطت الثلوج هذا النطاق النباتي كله.

أما "انتاركتيكا" في المنطقة القطبية الجنوبية فهي قارة شامخة الارتفاع بعيدة عن خط الاستواء وتحيط بالقطب الجنوبي، ويغطيها كساء من الجليد الدائم الذي لا يذوب مطلقاً، ولذا فإن مناخها أشد قسوة من مناخ التندرا ومن ثم أصبحت غير صالحة للحياة النباتية.

الحياة الحيوانية

تعيش في كل إقليم من الأقاليم النباتية حيوانات وطيور وحشرات متنوعة الأشكال والأحجام. بحيث تتلاءم مع طبيعة الإقليم الذي تعيش فيه بما يساعدها على البقاء والتكاثر.

وتنقسم الحيوانات بحسب غذائها إلى آكلات العشب وآكلات اللحوم. أما بحسب علاقتها بالإنسان فتنقسم إلى حيوانات برية وحشية وحيوانات مستأنسة.

وتتوزع هذه الحيوانات في الأقاليم المختلفة. فمثلا توجد في الغابات الاستوائية حيوانات وطيور وزواحف وحشرات. فعلى رؤوس الأشجار توجد الطيور وبين الأشجار توجد القردة والسناجب والثعابين وفي أرض الغابة والمستنقعات توجد التماسيح وأفراس البحر والحشرات.

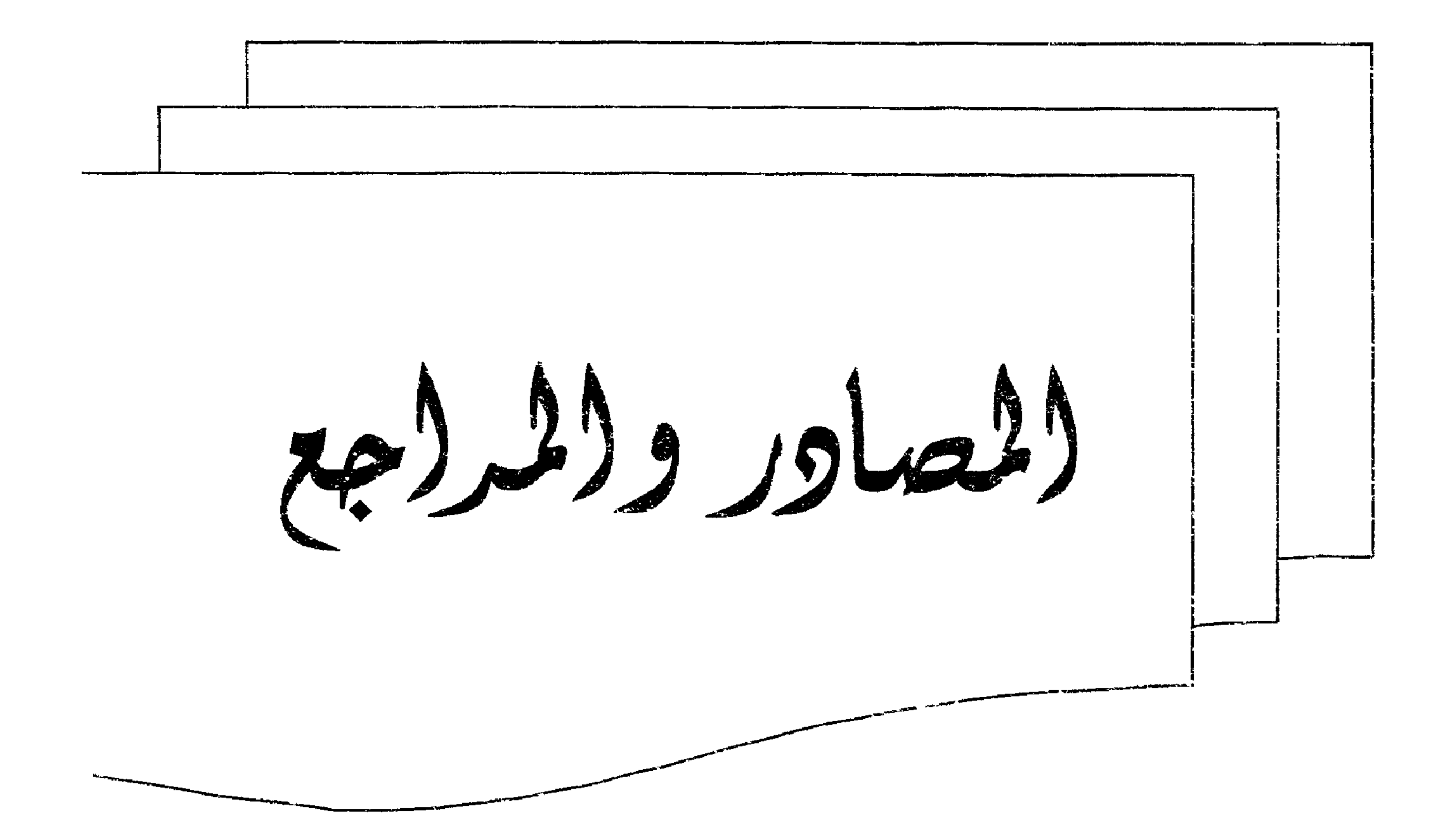
كما تأوي حول الغابة بعض الحيوانات المفترسة كالنمور والأسود.

أما إقليم الأعشاب المدارية (السافانا) حيث الأعشاب المكشوفة فتوجد الحيوانات الضخمة كالفيل والجاموس ووحيد القرن.

وفي الصحراء يوجد الجمل كما توجد الثعابين وأسراب من الجراد.

وفي المناطق الباردة توجد الحيوانات ذات الفراء كالدب القطبي وحيوان الرنة.

وينتفع الإنسان من الحيوان عن طريق الصيد أو تربية الحيوانات المستأنسة فهو يصيد بعض الحيوانات من أجل لحومها أو جلودها أو فرائها كما يربيها من أجل الغرض نفسه والانتفاع بها.


المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

أولا : المصادر العربية

1. إبراهيم نحال ، التصحر في الوطن العربي ، معهد الإنماء العربي ، بيروت ، 1987
2. المجموعة الإحصائية لمنطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا ، الأمم المتحدة ، نيويورك ، 2003
3. برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، إنقاذ كوكبنا التحديات والآمال وحالة البيئة في العالم ، 1972- 1992
4. برنامج الأمم المتحدة للبيئة حالة البيئة في العالم ، نيروبي ، 1991
5. زين الدين عبد المقصود ، البيئة والإنسان ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، (بدون تاريخ)
6. ساندرا بوستيل ، مياه الزراعة التصدي للقيود ، القاهرة ، 1992
7. محسن عبد الحميد توفيق ، الإدارة البيئية في الوطن العربي ، تونس ، 1993
8. محمد الخشن (التصحر وتأثيره على الأمن الغذائي) عالم الفكر ، نقلا عن عبد الله إبراهيم : المسألة السكانية وبنية المجال العربي ، 1991
9. هاشم نعمة ، أفريقيا : دراسة في حركات الهجرة السكانية ، مركز البحوث والدراسات الأفريقية ، سبها ، ليبيا ، 1992
10. هاشم نعمة ، الملامح المميزة لمشاكل البيئة في المرحلة الحالية ، جريدة الشرق الأوسط اللندنية ،6- 12- 2000
11. هاشم نعمة ، مشكلة التصحر في الوطن العربي ، أسبابها ، أبعادها ووسائل مكافحتها ، الملتقى الجغرافي الثاني ، جامعة قار يونس ، بنغازي ، ليبيا ، 1994
12. الموسوي، صباح ناجي، وحسين حميد كريم، 1991: (مقدمة في الجيولوجيا البحرية). منشورات جامعة البصرة، مركز علوم البحار، 647 صفحة.

المصادر الأجنبية

1. Duxbury, Alyn C., and Alison B. Duxbury, 1997: (An Introduction to the world's Oceans). Wm. C. Brown Publishers, Fifth Edition, P.504.
2. Hamblin, W.K., Christiansen E.H., and 1998: (Earth's Dynamic Systems). Prentice Hall, New Jersey, Eighth Edition, P.739.
3. Montgomery, C.W., 1997: (Fundamentals of Geology). Wm. C. Brown Publishers, Third Edition, P. 411.
4. Desertification Control Bulletin ,No.11.UNEP,1984
5. Desertification Control Bulletin, No.16, UNEP1988 .
6. GerasimovT.F. Geography and Ecology, Moscow,1983
7. Michael B.K.Combating Desertification In the South Africa, UNEP, Moscow, 1989
8. The State of World Population , UNFPA, 2003.

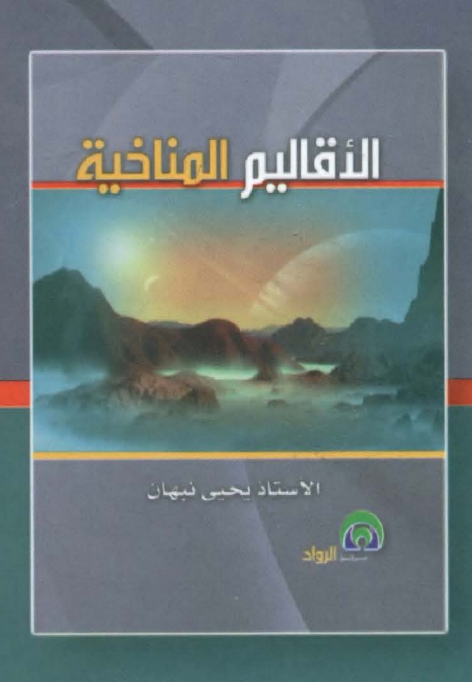






الأقاليم المناخية

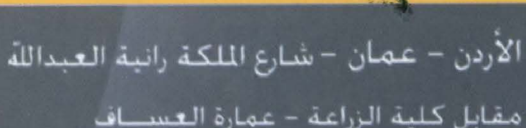
الأستاذ يحيى نبهان







الأردن - عمان - شارع الملكة رانية العبدالله
مقابل كلية الزراعة - عمارة العســاف
Tel. :00962 6 5343052 - Fax : +962 6 5356219



www.dar.jaleesalzaman.jeeran.com
E-mail: dar.jaleesalzaman@yahoo.com
dar.jaleesalzaman@hotmail.com